

**Wirksamkeit von hochfrequenter transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) auf Schmerzen bei Gonarthrose**

**Systematische Literaturreview**

Name, Vorname:	Schläpfer Jennifer
Adresse:	Stapfa, 3938 Ausserberg
E-Mail:	jenniferschlaepfer@hotmail.com
Kurs:	Bachelor 12
Name und Titel der Begleitperson:	Fernando Carlen, Dozent HES-SO Wallis
Ort und Datum der Abgabe:	Visp, 22. Juli 2015

**„Wer immer tut, was er schon kann,  
bleibt immer das, was er schon ist.“**

Henry Ford

### **Herzlichen Dank**

An dieser Stelle möchte sich die Autorin bei Fernando Carlen für seine fachliche und kompetente Betreuung und Unterstützung bei der Erstellung der vorliegenden systematischen Literaturreview bedanken.

Ein weiterer Dank geht auch an meine Familie, meinen Freund und meine Mitstudierenden für ihre Geduld, motivierende Haltung und Unterstützung.

Zum Schluss möchte sich die Autorin noch bei Martin Schmid und Samuel Schmid für die formelle und inhaltliche Überprüfung dieser Arbeit bedanken.

## Zusammenfassung

**Problembeschreibung:** Die Gonarthrose bezeichnet eine chronische Erkrankung mit einer weltweiten Prävalenz von 10.8% bei Männern und 18% bei Frauen (Iqball & Fleischmann, 2007). Dabei treten Schmerzen als Leitsymptome auf (Anders, Grifka & Heers, 2014). Der Hauptfokus der Therapie liegt auf der Linderung der Schmerzen (Schabus & Bosina, 2007). Es werden medikamentöse und nichtmedikamentöse Behandlungen durchgeführt. Zu den komplementären Schmerzbehandlungsmethoden gehört die transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS), bei welcher elektrische Impulse zur Schmerzlinderung verwendet werden (Thomm, 2011).

**Ziel:** Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, den aktuellen Forschungsstand bezüglich der Wirksamkeit von hochfrequenter TENS auf Schmerzen bei Gonarthrose, anhand wissenschaftlicher Literatur zu ergründen. So soll aufgezeigt werden, ob die Behandlung mittels hochfrequenter TENS die Ergebnisse beeinflusst.

**Methode:** Um die genannte Forschungsfrage zu beantworten, wurde eine systematische Literaturreview erstellt. Es wurde in den vier pflegespezifischen und physiotherapeutischen Datenbanken PubMed, Cochrane, CINAHL und PEDro nach passender Literatur gesucht. Mittels vorformulierten Ein- und Ausschlusskriterien wurden sechs Studien zur Analyse ausgewählt. Weiter wurden die Qualität mit dem angepassten Beurteilungsbogen nach Behrens und Langer (2010) und die Evidenz der Studien nach Rosswurm und Larrabee (1999) kritisch eingeschätzt.

**Ergebnisse:** Die sechs Studien, mit dem Design eines randomisierten kontrollierten Versuch (RCT), untersuchten die Wirksamkeit von hochfrequenter TENS auf die Schmerzen bei Gonarthrose. Die Schmerzintensität konnte bei vier Studien signifikant gelindert werden. Die Stimulationsparameter waren alle bezüglich der hohen Frequenz homogen. Die Studienqualität konnte mittel bis hoch eingestuft werden und die Evidenz wurde in jeder Studie mit dem Evidenzgrad I.b. festgelegt.

**Schlussfolgerung:** Die vorliegende systematische Literaturreview zeigt auf, dass hochfrequente transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS) die Schmerzen bei Gonarthrose reduzieren kann. Aufgrund dessen wird die Wichtigkeit der Schulungen von auszubildenden und ausgebildeten Pflegefachpersonen über die Anwendung und der daraus resultierenden Implementierung der Intervention in die Pflegepraxis aufgezeigt. Trotz homogener Stimulationsfrequenz von TENS sollten vermehrt Studien mit grösseren Stichproben und homogenen Vergleichsgruppen und Interventionen durchgeführt werden.

**Key words:** Electric Stimulation, Transcutaneous Electric Nerve Stimulation, Osteoarthritis, Osteoarthritis, Knee, Pain, Analgesics

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Problembeschreibung	1
1.2	Fragestellung	5
1.3	Zielsetzung	5
<b>2</b>	<b>Theoretischer Bezugsrahmen</b>	<b>6</b>
2.1	Gonarthrose	6
2.1.1	Definition	6
2.1.2	Entstehung, Arten und Ätiologie	6
2.1.3	Symptome	9
2.1.4	Diagnostik	9
2.1.5	Therapie	10
2.2	Schmerzen	12
2.2.1	Definition und Arten	12
2.2.2	Entstehung und Ätiologie	13
2.2.3	Schmerztheorie	13
2.2.4	Symptome und Schmerzerfassungsinstrumente	14
2.2.5	Behandlung	15
2.3	Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS)	16
2.3.1	Definition und Arten	16
2.3.2	Stimulationsparameter und Stimulationsformen	16
2.3.3	Indikationen und Wirkung	17
2.3.4	Durchführung und Anwendung	18
2.3.5	Kontraindikationen und Nebenwirkungen	18
<b>3</b>	<b>Methodenbeschreibung</b>	<b>19</b>
3.1	Forschungsdesign	19
3.2	Methode der Datensammlung	19
3.3	Methode der Datenauswahl	20
3.4	Datenanalyse	21
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>22</b>
4.1	Ergebnisse der Literaturrecherche	22
4.2	Merkmale der analysierten Studien	22
4.3	Beschreibung der analysierten Studien	24
4.4	Hauptergebnisse	33
4.5	Qualität und Glaubwürdigkeit der Studien	39
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>42</b>
5.1	Diskussion der Suchstrategie und Auswahl der Studien	42
5.2	Diskussion und Interpretation der grundlegenden Informationen der Studien	43
5.3	Diskussion der Hauptergebnisse	45
5.4	Diskussion der Qualität der Studien	53
5.5	Kritische Würdigung	57
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>59</b>
6.1	Empfehlungen für die Pflegepraxis	59
6.2	Empfehlungen für die Pflegeausbildung	60
6.3	Empfehlungen für die Pflegeforschung	61
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>62</b>
<b>Anhang</b>		

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b> Suchstrategie von pflegerelevanten Datenbanken .....	20
<b>Tabelle 2:</b> Suchstrategie von Datenbank PEDro .....	20
<b>Tabelle 3:</b> Einschlusskriterien .....	20
<b>Tabelle 4:</b> Datenauswahl .....	22
<b>Tabelle 5:</b> Übersicht analysierte Studien.....	22
<b>Tabelle 6:</b> Überblick analysierte Studien.....	38
<b>Tabelle 7:</b> Übersicht Qualitätseinschätzung .....	41

# 1 Einleitung

## 1.1 Problembeschreibung

Arthrose bezeichnet eine Verschleiss- oder Abnützungserkrankung (Langenegger & Forster, 2013). Sie wird als chronisch-degenerative Gelenkerkrankung angegeben (Anders et al., 2014) und gilt als Volkskrankheit (Remiger, 2012). 40% aller chronischen Krankheiten in Europa sind rheumatische und muskuloskeletale Erkrankungen (Schneider, 2014).

Im Jahre 2007 litten insgesamt 34 Millionen Menschen in den USA, in Europa und in Japan an Arthrose. Im Jahr 2012 wurden bereits 38.6 Millionen Betroffene erfasst und die Zahl wird weiter ansteigen (Nehrer, 2007). In der Schweiz leiden schätzungsweise eine Million Patienten<sup>1</sup> an dieser Krankheit (Remiger, 2012). 7.3% der über 15-jährigen an Arthrose leidenden Schweizer, mussten sich während des letzten Jahres einer ärztlichen Behandlung unterziehen (Bundesamt für Statistik, 2012). Durch Inanspruchnahme von Leistungen des Gesundheitssystems führt die Arthrose zu hohen volkswirtschaftlichen Kosten (Rabenberg, 2013). Diese Kosten belaufen sich in vielen Ländern, vorwiegend Industrienationen, auf 1-2.5% des Bruttoinlandproduktes (Nehrer, 2007). Auch kommt es durch einen hohen Anteil an Arbeitsunfähigkeit und Invalidität zu entscheidenden indirekten Auslagen (Rabenberg, 2013). Je älter man wird, desto grösser ist das Risiko an einer Arthrose zu erkranken. Arthrose kann sich an jedem Gelenk manifestieren. Betroffen sein können Hüft-, Knie-, Grosszehengrund- und Fingergelenke. Aber auch an Schulter-, Ellbogen- und Sprunggelenk sowie an der Wirbelsäule, kann es zu Beschwerden und Manifestationen kommen. Zu den klinischen Symptomen gehören Schmerz, Steifheit, Bewegungseinschränkungen, Schwellungen, Ergüsse, veränderte Körperhaltung und Krepitationen (Langenegger & Forster, 2013).

Am häufigsten betroffen wird aufgrund der ständigen und starken Belastung das Kniegelenk, was auf lange Dauer zu einer Abnutzung führt. Diese Form wird als Gonarthrose bezeichnet (Rümelin, 2003). Gonarthrose ist eine chronische Erkrankung. Weltweit wird die Prävalenz der über 60-jährigen Männern auf 10.8% und Frauen auf 18% geschätzt (Iqbal & Fleischmann, 2007). Mit dem Alter nimmt die Prävalenz zu (Langenegger & Forster, 2013). Die Inzidenz der Gonarthrose beträgt weltweit 1-2% (Spahn, 2006). Als Risikofaktoren werden in der Literatur das Alter, das weibliche Geschlecht, genetische Dispositionen und Gelenkserkrankungen genannt (Glass, 2006).

---

<sup>1</sup> Der Begriff Patient wird in der folgenden Arbeit für die weibliche und männliche Form verwendet

Es wird zwischen primären und sekundären Gonarthrosen unterschieden (Michael, Schlüter-Brust & Eysel, 2010). Bei der Gonarthrose gehören initial Anlaufschmerzen, Schmerz unter Belastung und später auch Ruheschmerz zu den Leitsymptomen. Weitere Symptome sind Schwellung, Steifheit, Gelenkdeformität und Funktionsverlust (Anders et al., 2014).

Zu den diagnostischen Schritten gehört neben der Anamnese und der klinischen Untersuchung auch ein Röntgenbild (Andreae, 2009). Der Nachweis einer Gonarthrose mittels Röntgenuntersuchung stimmt nicht mit der Häufigkeit der Hauptsymptome überein. Nur 15% der untersuchten Patienten klagen nach einer Diagnosestellung über Knie-schmerzen (Hannan, Felson & Pincus, 2000).

Die Gonarthrose gilt als irreversibel. Deshalb wird bei der Therapie der Hauptfokus auf Schmerzlinderung, Funktionserhaltung und eine Minimierung der Behinderung gelegt (Schabus & Bosina, 2007). Wenn die konservativen Massnahmen nicht zu einer Verbesserung der Symptome führen, muss eine chirurgische Behandlung in Betracht gezogen werden (Gumpert et al., 2014). Durch eine frühzeitige Behandlung wird die Entartung am Knochengewebe und die daraus entstehende Schrumpfung der Gelenkkapsel gehemmt und die Qualität des Knorpels aufrechterhalten (Schewior-Popp, Sitzmann & Ullrich, 2012; Langenegger & Forster, 2013).

Die obengenannten Symptome können sich als Beeinträchtigung und Einschränkung im Alltag zeigen, was wiederum zu einer starken Veränderung der Lebensqualität der Betroffenen führt. Die Patienten leiden oft an starken Schmerzen. Zudem kann es zu wirtschaftlichen Kosten kommen, was den Patienten zusätzlich belastet (Rabenberg, 2013). Schmerz wird als eine unangenehme Empfindung definiert, welche emotional aufgenommen wird, meistens während oder bei einer bestehenden Schädigung des Gewebes (Pothmann, 2010). Es wird zwischen akutem und chronischem Schmerz unterschieden. Während der akute Schmerz eine Warnfunktion hat und so den Organismus schützt, hat der chronische Schmerz diese Funktion durch seine Dauerhaftigkeit verloren und gilt daher als Krankheitsbild. Chronische Schmerzen werden als stetige, wiederkehrende Schmerzen beschrieben (Gerber & Hansenbring, 2011), welche einen Zeitraum von sechs Monaten überdauern (Thomm, 2011). Verschiedene Kennzeichen wie jammern, stöhnen und weinen werden für Schmerzen genannt. Zudem können sich Schmerzen in Form von Schonhaltung, Gewichtsabnahme, veränderten Pulsfrequenzen, Atemfrequenzen und Herzfrequenzen zeigen (Heuwinkel-Otter, Nüman-Dulke & Matscheko, 2011).

Chronische Schmerzen sind weit verbreitet und haben Auswirkungen auf den Einzelnen aber auch auf die Gesellschaft (Liedl & Knaevelsrud, 2008).

19% der Europäer leiden an chronischen Schmerzen, während in der Schweiz 16% davon betroffen sind (Breivik, Collet, Ventafridda, Cohen & Gallacher, 2012).

Es kann so zu einer Einschränkung der Lebensqualität von chronischen Schmerzpatienten kommen (Liedl & Knaevelsrud, 2008). Weiter kann die Chronifizierung des Schmerzes Arbeitsunfähigkeit bis hin zur Depression verursachen (Gerber & Hansenbring, 2011).

Die Pflegefachperson hat die Aufgabe die Schmerzen des Patienten zu erfassen und zu beurteilen (Schewior-Popp et al., 2012). Um Schmerzen in der Pflege zu evaluieren und Massnahmen einzuleiten, werden im Pflegeprozess verschiedene Pflegediagnosen erstellt. Bei Schmerzen kann eine Pflegediagnose „chronischer Schmerz“ lauten (Doenges, Moorhouse, & Geissler-Murr, 2002).

Weiter stehen verschiedene Mess- und Assessmentinstrumente zur Verfügung. Dies sind die visuelle Analogskala (VAS), die numerische Rangskala (NRS), die verbale Rangskala (VRS) und die Gesichter Skala (Steudter & Bischofberger, 2011). Auch mit nichtmedikamentösen Therapien kann viel erreicht werden. Um dies zu gewährleisten, muss eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Ärzten, Physiotherapeuten, Pflegepersonen und Spezialisten erfolgen (Langenegger & Forster, 2013). Bei der Therapie wird zwischen einer medikamentösen und nichtmedikamentösen Behandlung unterschieden (Deutsche Schmerzliga, 2010). Für eine medikamentöse Therapie der Arthrose gibt es verschiedene Möglichkeiten. Es ist zu Beginn wichtig, die Schmerzen durch einfache Schmerzmittel wie Paracetamol oder nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR) zu lindern. Eine weitere Möglichkeit sind Glukokortikoide (Langenegger & Forster, 2013). Akkupunktur, Wasser-, Wärme-, Atem-, Blutegel-, Bewegungs- oder Verhaltenstherapie sowie transkutane elektrische Nervenstimulation gehören zu den nichtmedikamentösen Behandlungen (Deutsche Schmerzliga, 2010). Teilweise wurde die Wirksamkeit dieser Interventionen in Studien überprüft. So zeigt Akkupunktur eine signifikante Schmerzlinderung (Selfe & Taylor, 2008).

Eine mögliche Intervention zur Schmerzlinderung bei Gonarthrose ist die transkutane elektrische Nervenstimulation, auch TENS genannt. Dies ist eine Methode, mit einer vermindernden oder lindernden Wirkung auf Schmerzen. Elektrische Impulse, mittels Elektroden, werden über eine Apparatur an die Haut geleitet, welche eine Einwirkung auf das periphere Nervensystem ausüben. Bereits bei den alten Ägyptern wurde die Elektrizität als Therapie bei Schmerzen eingesetzt. Im 19. Jahrhundert hat sich die Technik so weiterentwickelt, dass elektrischer Strom zur Schmerzlinderung eingesetzt werden konnte (Thomm, 2011). Bulechek, Butcher, Dochterman und Wagner (2013) definieren transkutane elektrische Nervenstimulation als eine Stimulation der Haut und des Unterhautgewebes mittels kontrollierter, langsamer elektrischer Impulse.



Elektrische Energie wird mit Elektroden, durch einen externen Stimulator, an das periphere Nervensystem übertragen. Niederfrequente, akupunkturähnliche TENS (1-4 Hz), hochfrequente, konventionelle TENS (30-100 Hz) und Burst-Stimulation sind die verschiedenen Arten (Agarwal-Kozlowsky, 2013). Die TENS funktioniert gleich wie die „spinal gate control theory“ (Gschiel, Kager, Pipam, Weichart & Likar, 2010). Die Theorie erläutert, welche Voraussetzungen es braucht, damit Schmerzen empfunden werden und unter welchen bestimmten Umständen Schmerzsignale nicht bis zum Gehirn weitergeleitet werden. Es wird angenommen, dass im Hinterhorn des Rückenmarks und im Thalamus ein Mechanismus vorhanden ist, welcher die Schmerzleitung blockiert und das „Tor zum Schmerz“ bildet. Wenn ein Schmerzsignal das Gehirn so nicht erreicht, kann der Sinneseindruck Schmerz nicht entstehen und auch nicht als solcher wahrgenommen werden (Sendera & Sendera, 2015).

Die praktische Durchführung der TENS Therapie kann durch Physiotherapeuten oder geschultes Pflegepersonal erfolgen (Thomm, 2011).

Es existieren bereits einige englische Literaturreviews, welche Hinweise auf die Wichtigkeit der transkutanen elektrischen Nervenstimulation auf Schmerzen bei Gonarthrose zeigen. Der aktuelle Forschungsstand stellt dar, dass TENS als Therapie zur Linderung von Schmerzen eine effektive Wirkung zeigt (Ng, Leung & Poon, 2003; Rutjes et al., 2009). Die TENS Therapie zeigt eine signifikante Linderung der Schmerzen, jedoch nicht über die Therapiedauer hinaus (Gschiel et al., 2010). Stange et al. (2011) beschreiben, dass TENS keine signifikante Verbesserung der Schmerzen anhand der VAS aufzeigt. Kolen, deNijs, Wegemakers, Meier und Johnson (2012) zeigen auf, dass kein statistisch signifikanter Unterschied innerhalb der Gruppen durch die TENS-Therapie erkennbar ist.

Es besteht eine, deutsche systematische Literaturübersicht zu der Thematik der Wirksamkeit von TENS mittels verschiedenen Stimulationsparametern auf Schmerzen bei Gonarthrose. Diese stimmt mit den Resultaten von englischen Literaturreviews überein. Sie zeigt eine signifikante Verbesserung der Schmerzintensität bei Gonarthrose durch TENS. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass zu den verschiedenen Einstellungsparametern wenig bekannt ist und in Zukunft vermehrt Studien mit gleichen Stimulationsparametern der TENS durchgeführt werden sollten (Anthenien, 2014). Um der Forderung der Erstellung von Studien bezüglich homogener Stimulationsparametern Rechnung zu tragen, wurde eine weitere deutsche systematische Literaturübersicht, bei welcher der Fokus auf homogenen Stimulationsparametern liegt, erstellt. Zudem werden in der vorliegenden Literaturreview neu erschienene Studien miteinbezogen.

Die Nursing Intervention Classification (NIC) hat die transkutane elektrische Nervenstimulation als eine Pflegeintervention aufgenommen (Bulechek et al., 2013).

Durch das Erstellen einer systematischen Literaturreview wird die Anwendung von Forschungsergebnissen in der Praxis optimiert (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Der evidenzbasierten Pflege wird so mehr Achtung geschenkt und Interventionen werden auf ihre Wirksamkeit getestet. Im schweizerischen Bundesgesetz über die Krankenversicherung (KVG) wird gefordert, mittels wissenschaftlichen Methoden die Wirksamkeit pflegerischer Interventionen nachzuweisen (Schweizerische Eidgenossenschaft [KVG], 1994). Weiter ist es sinnvoll die Anwendung von TENS in der Ausbildung zu thematisieren und zu beschreiben. So kann die Therapie später im Berufsalltag, vor allem in ambulanten Settings, sinnvoll und effizient eingesetzt werden. Eine Verbesserung der Pflegequalität und des pflegerischen Handelns kann durch Integration von Forschungsarbeiten in die Praxis erfolgen.

## **1.2 Fragestellung**

Wie wird die Wirksamkeit von hochfrequenter TENS auf Schmerzen bei Gonarthrose in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben?

## **1.3 Zielsetzung**

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, den aktuellen Forschungsstand zur „Wirksamkeit von hochfrequenter TENS auf Schmerzen bei Gonarthrose“ darzustellen und die Forschungsfrage zu beantworten. Bei einer bestätigten Wirksamkeit der Intervention können Pflegefachpersonen motiviert werden, die Therapie bei den gegebenen Indikationen anzuwenden. So kann die Pflegequalität zusätzlich verbessert werden (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Durch die TENS Therapie werden dem Patienten zusätzliche Methoden im Umgang mit der Erkrankung aufgezeigt. Der Patient kann so seine Ressourcen nutzen. Es wird eine Verbesserung der Lebensqualität angestrebt.

Mit der Erstellung der folgenden systematischen Literaturreview wird der Forderung, dass pflegerische Massnahmen wirksam, wirtschaftlich und zweckmässig sein müssen, Rechnung getragen. Sie werden so mittels wissenschaftlichen Methoden nachgewiesen und können von der Krankenkasse übernommen werden (Schweizerische Eidgenossenschaft [KVG], 1994).

## 2 Theoretischer Bezugsrahmen

### 2.1 Gonarthrose

#### 2.1.1 Definition

Die Arthrose wird in der ICD-10-GM Version bei den Krankheiten des Muskelskelettsystems und des Bindegewebes eingeteilt (Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information, 2014). Die Gonarthrose wird definiert als eine chronisch, degenerative Knieerkrankung mit progredientem Verlauf. Gekennzeichnet durch einen fortschreitenden, irreversiblen Verlust an hyalinem Knorpel resultiert ein Umbau vom subchondralem Knochen (Diehl et al., 2013).

#### 2.1.2 Entstehung, Arten und Ätiologie

**Anatomie:** Gelenke werden als eine Verbindung zwischen knorpeligen und knöchernen Teilstücken des Skeletts beschrieben. Sie verhelfen Teilen des Rumpfes und den Extremitäten zu Bewegungen. Sie werden durch zwei Arten, die unechten und die echten Gelenke, unterschieden (Faller & Schünke, 2008). Das Gelenk besteht aus zwei Körpern, einer Gelenkkapsel und einem Gelenkspalt. Beide Gelenkkörper werden von hyalinem Knorpel umkleidet (Platzer, 2013). Die Knorpelschicht, welche wie ein Stossdämpfer wirkt, hat zudem die Aufgabe, dass sich die Knochen aneinander geschmeidig bewegen können (Langenegger & Forster, 2013). Das Gelenk wird von der Gelenkkapsel umgeben (Platzer, 2013). Diese besteht aus einer äusseren Bindegewebsschicht und der Membrana Synovialis, der Gelenkkapselinnenhaut. Durch die Membrana wird eine Flüssigkeit, die Synovia, gebildet, welche für die Ernährung und Schmierung des Gelenks zuständig ist (Langenegger & Forster, 2013). Das Kniegelenk wird zusammengesetzt aus Femur, Tibia, Patella und zwei Menisken (Faller & Schünke, 2008). Die zwei Menisken in jedem Kniegelenk haben neben der Stossdämpferfunktion auch noch die Aufgaben der Stabilisierung, Zentrierung, Gleitwiderstandsverminderung und Optimierung der Roll-Gleitbewegung. Verschiedenste Strukturen aus unterschiedlichsten Gewebearten, wie Knochen, Knorpel, Menisken, Muskel, Sehnen und Bänder, bilden das Kniegelenk. Ebenfalls enthält das Kniegelenk einen Bandapparat bestehend aus Seiten- und Kreuzbändern. Diese haben die Funktion der Stabilisierung, Aufrechterhaltung des Widerstandes und Einschränkung von Extreimbewegungen (Schabus & Bosina, 2007).

Es handelt sich bei der Bildung einer primären Gonarthrose um ein Zusammenwirken von verschiedenen Faktoren (Langenegger & Forster, 2013).

Durch eine Ungleichheit zwischen Beanspruchung und Beschaffenheit, beziehungsweise Leistungsfähigkeit eines Gelenkes, entwickelt sich eine Gonarthrose. Durch dieses Missverhältnis entsteht eine Entartung am Knochengewebe und am Knorpel. Weiter kann es zu einer Knochenläsion und einer dadurch resultierenden Schrumpfung der Gelenkkapsel kommen (Langenegger & Forster, 2013; Schewior-Popp et al., 2012). Die Knorpeloberfläche wird rau und rissig. Dadurch wird der Knorpel immer dünner und der Zwischenraum schmaler. Stösse werden schlechter aufgefangen, die Knochenenden gleiten weniger glatt und elastisch. Durch die veränderte Belastung ist der Knochen grösseren Kräften ausgesetzt. Als natürliche Reaktion des Körpers auf Belastung, wird der Knochen verdichtet. Zudem bildet der Körper krankhafte Veränderungen, sogenannte Osteophyten, um die entstehende Belastungen besser zu verteilen (Langenegger & Forster, 2013). Die Chondrozyten, eingelagert in der intrazellulären Knochensubstanz, sondern Zytokine ab und haben die Aufgabe der Aufrechterhaltung der Unversehrtheit des Gewebes. Sie können kleine Schädigungen des Knorpels reparieren und dadurch die Funktion des gesamten Gelenksystems langfristig aufrechterhalten (Söder & Aigner, 2011). Zytokine, Botenstoffe des Immunsystems, sind für die Regulierung von entzündlichen Reaktionen zuständig. Durch eine höhere Sensitivität der Rezeptoren im befallenen Gelenk wird der Effekt der Zytokine erhöht. Durch die Zerstörung der Zellmembran werden Phospholipide freigesetzt, welche Leukotriene und Prostaglandine enthalten. Diese werden bei Entzündungen als Vermittler genutzt und es kommt zu Gefäss- und Bindegewebsveränderungen (Müller, Reiche & Warzecha, 2005). Der Gelenkknorpel wird durch äussere und innere Einflussfaktoren wie Fehlbelastungen, Störungen des Stoffwechsels oder Infektionen zerstört (Platzer, 2013).

Es werden bei einer Gonarthrose verschiedene Teile des Kniegelenkes befallen. Dies sind der Knorpel, die Membran der Synovia, die Kapsel, Bänder, subchondraler Knochen und umliegende Strukturen. Ein schubartiger Verlauf bildet bei einer Arthrose des Kniegelenks eher eine Ausnahme, obwohl entzündliche Veränderungen auftreten können. Die sekundären Gonarthrosen sind pathophysiologischen Schüben rheumatischer Art ähnlich. Zerstörung der Knorpelzellen (Chondrozyten) und eine Homöostasenstörung der Synovia stehen bei der Entstehung im Vordergrund (Rehart & Lehnert, 2008). Trotz radiologischen Auffälligkeiten, bleibt eine Arthrose oft lange Zeit klinisch stumm (Nehrer, 2007). Daher kann ein Zusammenhang zwischen dem Röntgenbild und den klinischen Zeichen nur bedingt gestellt werden (Fassl & Leeb, 2005).

Klinisch werden vier verschiedene Formen unterschieden. Diese sind die stumme, die nichtaktivierte schmerzhaft, die aktivierte und die dekomensierte Gonarthrose (Rehart & Lehnert, 2008). Nach dem stummen Arthrosestadium treten Erstsymptome auf.

Die nun manifestierte, schmerzhaft Arthrose weist Schmerzen beim Anlaufen nach Ruhephasen, Ermüdungsschmerzen durch Muskulaturfehlbelastungen und Belastungsschmerzen auf. Die aktivierte Arthrose wird definiert durch eine Gelenkschwellung und einen Gelenkerguss. Schreitet die Arthrose weiter fort, spricht man von der dekomensierten Arthrose. In dieser Phase treten Ruhe- und Dauerschmerzen auf. Auch schubartige Nachtschmerzen sind typisch. Bei der dekomensierten Arthroseform kommt es zu Verdickungen am Knochen mit Gelenkdeformierungen, was zu einer Instabilität der Gelenke führt. Zusätzlich treten Muskelatrophien und –kontrakturen auf. In diesem Stadium können weitere Strukturen wie Sehnen und Bänder in Mitleidenschaft gezogen werden (Fassl & Leeb, 2005).

Der Verlauf der Krankheit kann in drei Stadien eingeteilt werden. Im ersten Stadium werden Schmerzen und Muskelverspannungen nur bei Belastung beschrieben. Im zweiten Stadium treten ebenfalls Schmerzen bei Belastung auf. Zudem verspürt der Patient Schmerzen im erkrankten Gelenk bei passiver Bewegung. Bei aktiver Bewegung manifestiert sich der Schmerz in der Muskulatur. Typische Anlaufschmerzen, welche nach kurzer Strecke nachlassen, treten an den unteren Extremitäten auf. Im Stadium drei, auch fortgeschrittenes Stadium genannt, treten Ruheschmerzen auf. Eine zunehmende Versteifung des betroffenen Gelenks entsteht und es kommt zu Deformierungen, Achsenfehlstellungen und Instabilität (Schewior-Popp et al., 2012).

Aus ätiologischer Sicht wird eine Einteilung zwischen primären und sekundären Gonarthrosen vorgenommen (Michael et al., 2010). Primäre Gonarthrosen treten ohne bekannte Ursachen auf (Schewior-Popp et al., 2012). Die sekundäre Gonarthrose tritt durch direkte Schäden auf. Diese können unter anderem Abnutzungserscheinungen, Traumata, Fehlbildungen oder Infektionen sein (Andreae, 2009). Aber auch Faktoren wie Gelenküberbelastung durch Übergewicht, Sport und Arbeit können eine Entwicklung negativ beeinflussen. Die Entstehung einer Gonarthrose wird von nicht beeinflussbaren Risikofaktoren wie genetische Prädisposition, Alter, Geschlecht, Herkunft und Stoffwechsel gefördert (Diehl et al., 2013).

### **2.1.3 Symptome**

Die Knorpelschicht wird bei einer Arthrose dünner und reaktiv. Zudem werden die Enden des Knochens verbreitert. Auf Grund dessen kann sich die Lage des Gelenks verändern, was bei der Kniegelenksarthrose zu Fehlstellungen, meistens O-Beinen, selten auch X-Beinen führt (Langenegger & Forster, 2013). Durch die Veränderungen am Gelenkknorpel, an den Gelenkflächen und der Gelenkkapsel entstehen Schwellungen. Anlaufschmerzen, welche nach Bewegung des Gelenks verschwinden, sind typisch. Nach dem schmerzhaften Anlaufen folgt eine schmerzfreie Zeitspanne (Schabus & Bosina, 2007).

Nach intensiver und bestehender Belastung folgt ein Belastungsschmerz (Schabus & Bosina, 2007). Weiter können bei einer Gonarthrose Steifigkeit, Funktionsverlust und Deformitäten am Gelenk auftreten und es kann zu einem veränderten Gangbild kommen (Anders et al., 2014). Zudem kann es zu Schwellungen kommen. Das Kniegelenk befindet sich in einem Reizzustand, ist oft überwärmt, nicht belastbar und in seiner Bewegung eingeschränkt (Nehrer, 2007). Oft nehmen Patienten durch die Einschränkungen in den Bewegungen eine Schonhaltung ein. Diese verursacht eine verminderte Muskelkraft und eine Gelenkinstabilität (Langenegger & Forster, 2013).

### **2.1.4 Diagnostik**

Beginnend ist es wichtig, dass der Arzt eine klinische Untersuchung durchführt und hier die Beschwerden keiner anderen Erkrankung zuordnen kann (Langenegger & Forster, 2013). Eine Diagnose wird mittels Anamnese und Tastbefund des Gelenks gestellt. Bereits im Anfangsstadium sind bei einer aktivierten Arthrose Gelenkergüsse tastbar (Schewior-Popp et al., 2012). Bei einer genauen Diagnosestellung kann die Behandlung präziser angesetzt werden. Neben der Anamnese und der klinischen Untersuchung wird eine Röntgenaufnahme und eventuell eine Laboruntersuchung durchgeführt (Michael et al., 2010).

Bei einer Diagnosestellung ist es wichtig eine exakte Patientenanamnese durchzuführen. Hierbei werden Fragen zu den Schmerzen, Funktionseinschränkungen und Einschränkungen im Alltag gestellt (Michael et al., 2010).

Anschliessend folgt die klinische Untersuchung, bei der Informationen zum Leitsymptom Schmerz gesammelt werden. Weiter wird ein Tastbefund, eine Überprüfung der Bewegung und eine eventuelle Funktionsprüfung von Bändern, Meniskus und Gangart durchgeführt (Michael et al., 2010).

Mit dem standardisierten, reliablen und validen Timed-up-and-go Test (TUGT) wird die Fortbewegung/Mobilität untersucht. Die Patienten müssen von einem Stuhl ohne Armlehne aufstehen, eine drei Meter lange Strecke so schnell als möglich zurücklegen, umdrehen, die gleiche Strecke zurücklaufen und sich auf den Stuhl setzen (Oesch et al., 2011). Nach einer Erstuntersuchung und Anamnese im Frühstadium erfolgt unterstützend eine Röntgenaufnahme. Diese zeigt den Schweregrad und die Entwicklung des betroffenen Gelenkes auf (Langenegger & Forster, 2013). Jedoch erst im fortgeschrittenen Stadium zeigen sich degenerative Veränderungen (Schewior-Popp et al., 2012). Neben der primären Diagnostik dient ein Röntgenbild auch der Verlaufskontrolle. Als weitere Untersuchung wird die Magnetresonanztomographie (MRT) genannt. Zu einer Durchführung einer Sonographie und einer Knochenszintigraphie kommt es eher selten (Michael et al., 2010).

Um eine Arthrose auf dem Röntgenbild zu diagnostizieren, kann die Skala mit den fünf Graden nach Kellgren und Lawrence verwendet werden (Michael et al., 2010).

Um die körperliche Funktionsfähigkeit und die wahrgenommene Gesundheit zu beurteilen, wird der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) verwendet. Der WOMAC ist ein krankheitsspezifischer Index, welcher aus einem dreiteiligen Fragebogen besteht. Die drei Merkmale Schmerz, Steifheit und Funktion werden mittels fünf Antwortmöglichkeiten evaluiert. Der Fragebogen wurde speziell für Patienten mit Cox- und Gonarthrose entwickelt. Je kleiner die Punktezahl, desto besser die Lebensqualität. Der WOMAC weist eine exzellente Reliabilität auf (Ruiz-Iban et al., 2015).

### **2.1.5 Therapie**

Eine Gonarthrose wird als irreversibel und somit als nicht heilbar definiert. Jedoch ist es wichtig optimale Bedingungen zu schaffen, welche es dem Kniegelenk ermöglichen, Belastungen auf den Knorpel zu reduzieren und somit dem Patienten eine Schmerzfreiheit zu ermöglichen (Schabus & Bosina, 2007). Weiter wird eine Gelenkfunktionserhaltung angestrebt (Schewior-Popp et al., 2012). Es ist möglich, dass sich der Knorpel nachbildet, jedoch ist dies eine sehr langsame Prozedur. Zudem ist der sekundäre Knorpel weniger stabil und das Gelenk reagiert anfälliger auf Überbeanspruchung (Schabus & Bosina, 2007). Zu Beginn wird der Fokus auf eine konservative Therapie gelegt. Es ist wichtig, die Beschwerden und die Gelenksteifigkeit zu hemmen und das Fortschreiten der Erkrankung zu drosseln oder zu verhindern (Gumpert et al., 2014).

Die Symptome einer Arthrose lassen sich im Anfangsstadium durch nichtmedikamentöse Verfahren gut therapieren (Rümelin, 2003).

Zu den Vorteilen gehören die Wirksamkeit/Verbesserung der Beschwerden und im Vergleich zu den medikamentösen Therapien, die Nebenwirkungsfreiheit (Rümelin, 2003). Zu den physikalischen Therapien gehören Kryotherapie, Wasseranwendungen, Massagen, Wärmetherapie sowie elektrotherapeutische Massnahmen und Verfahren (Langenegger & Forster, 2013). Die Ziele von komplementären und physikalischen Therapien und Massnahmen sind neben der Symptomlinderung - meistens Schmerzen - auch eine Erhöhung der körperlichen Belastungsfähigkeit und eine Wiederherstellung beziehungsweise Erhaltung der Körperfunktionen. Mit dem Ziel die Bewegungsfunktion zu erhalten und einer Einsteifung der Gelenke entgegenzuwirken, wird zudem eine Bewegungstherapie und Physiotherapie durchgeführt (Bernateck et al., 2014). Es kann von Vorteil sein das Gelenk zu Beginn für kurze Zeit ruhigzustellen und mittels nicht-steroidalen Antirheumatika (NSAR) die Entzündungsreaktion zu hemmen (Schewior-Popp et al., 2012).

Weiter gehören eine Abklärung mit dem Orthopäden dazu, um eventuelle orthopädische Massnahmen einzuleiten. Hierbei kommt es zum Einsatz von Einlagen, welche mittels Fersenpuffer Schläge dämpfen (Schewior-Popp et al., 2012).

Die medikamentöse Therapie hat einen grossen Stellenwert. Durch Medikamente können die Ursachen einer Arthrose zwar nicht beseitigt werden, jedoch sind sie wirkungsvoll beim Schmerzmanagement sowie zur Linderung der Steifheit und der Reizung des Gelenks. Schmerzmittel mit dem Wirkstoff Paracetamol können bei der Behandlung von Schmerzen gut eingesetzt werden. Dadurch kommt es zu einer Verbesserung der Gelenkfunktionen. Zu den häufigsten Medikamenten zählen die nicht-steroidalen Antirheumatika (NSAR) und Glukokortikoide als Infiltration (Langenegger & Forster, 2013).

Bei Verschlechterung und nicht ansprechen auf Therapien, muss über eine operative Massnahme nachgedacht werden. Diese kann aus einem Gelenkersatz und äusserst selten aus einer Gelenkversteifung bestehen (Schewior-Popp et al., 2012).

Die Prophylaxe ist ein weiterer wichtiger Pfeiler bei den Therapien der Kniegelenksarthrose (Michael et al., 2010). Zu den präventiven Massnahmen gehören Gewichtsreduktion, Bewegung und Übungen (Gumpert et al., 2014). Um der Arthrose durch Prävention vorzubeugen, sind eine richtige Haltung, tägliche Übungen für die Beweglichkeit und eine vernünftige Lebensweise – insbesondere eine gesunde Ernährung - sehr wichtig (Schewior-Popp et al., 2012).



## 2.2 Schmerzen

### 2.2.1 Definition und Arten

Schmerz wird von der Internationalen Gesellschaft zum Studium des Schmerzes als ein „unangenehmes Sinnes- oder Gefühlserlebnis, das mit aktuellen oder potenziellen Gewebeschädigungen verknüpft ist oder mit Begriffen solcher Schädigungen beschrieben wird“ definiert (IASP Subcommittee on Taxonomy, 1986, zit. in Agarwal-Kozlowsky, 2013, S.2). Bei einer auftretenden Schädigung des Gewebes entstehen Schmerzen. Es kann sich hierbei um eine tatsächliche Schädigung, beispielsweise eine Schnittwunde oder einen Untergang des Gewebes durch eine Entzündung handeln (Schewior-Popp et al., 2012). Schmerz wurde folgendermassen dargelegt: „Stets so, wie die empfindende Person sagt, dass er ist, und vorhanden, wann immer sie sagt, dass er vorhanden ist“ (McCaffery & Beebe, 1994, zit. in Beratung für Organisation und Qualität, 2010, S.6).

Verschiedene Kriterien unterscheiden im Schmerzmanagement zwischen akuten und chronischen Schmerzen. Akute Schmerzen haben eine Schutz- und Warnfunktion für den Körper. Diese entstehen durch akute Beschwerden oder Verletzungen (Thomm, 2011).

Bei einer Vernachlässigung des Warnsignals kann sich ein chronischer Schmerz manifestieren, welcher mindestens drei bis sechs Monate bestehen muss (Thomm, 2011). Chronische Schmerzen können den Patienten physisch, psychisch und sozial beeinträchtigen (Beratung für Organisation und Qualität, 2010). Schmerzen werden in viele unterschiedliche Arten beziehungsweise Formen unterteilt. Zum einen können sie in Nozizeptive-, Neuropathische- und Mischschmerzen eingeteilt werden (Meuser, 2011). Der nozizeptive Schmerz hat zwei Untergruppen. Diese Art von Schmerzen werden von Schmerzrezeptoren, den sogenannten Nozizeptoren, wahrgenommen und gelangen über periphere Nervenbahnen und das Rückenmark ins Gehirn. Eine erste Unterform ist der somatische Schmerz. Dieser entsteht als Oberflächenschmerz durch Hautschäden oder Tiefenschmerz an Muskeln und Knochen. Als weitere Unterform wird der viszerale Schmerz genannt. Durch eine Dehnung von Hohlorganen, Durchblutungsstörungen oder Entzündungen kann ein Eingeweideschmerz entstehen (Menche & Brandt, 2013). Neuropathische, zentrale Schmerzen entstehen bei einer Nervenschädigung und äussern sich als elektrisierend, brennend oder kribbelnd. Bei Mischschmerzen treten nozizeptive Schmerzen in Kombination mit neuropathischen Schmerzen auf. Weiter gibt es übertragene Schmerzen. Bei dieser Art von Schmerzen stimmt die Lokalisation nicht mit dem tatsächlichen Schmerzort überein (Meuser, 2011).

Zusätzlich werden noch Deafferenzierungsschmerzen genannt, welche entstehen, obwohl am Schmerzort der Nerv, welcher Impulse weiterleitet, durchtrennt ist (Meuser, 2011).

### **2.2.2 Entstehung und Ätiologie**

Schmerz besteht aus den Komponenten Nozizeption, Weiterleitung von Reizen, Verarbeitung und Wahrnehmung und wird als umfassendes Sinnesgefühl zusammengefasst (Meuser, 2011). Für eine Entstehung von Schmerzen sind verschiedene Signale notwendig. Diese Signale befinden sich in den Nozizeptoren, den Rezeptoren der Peripherie. Zudem sind sie in den nozizeptiven Nervenfasern, welche eine schmerzleitenden Funktion haben, aufzufinden oder sie befinden sich in den Neuronen des zentralen Nervensystems (Pothmann, 2010). Periphere Rezeptoren (Nozizeptoren) im Gewebe erkennen Gewebeschäden als Schmerz. Die Nozizeptoren, bestehend aus freien Nervenendigungen von dünnen afferenten Fasern, werden durch Reize erregt. Die Aufnahme von peripheren Reizen entsteht über endogene, schmerzhaft wirkende Stoffe. Diese werden danach ohne Umschaltung in die Hinterhörner des Rückenmarks weitergeleitet. Anschliessend wird der erste Botenstoff, der Neurotransmitter Glutamat freigesetzt, was eine Erregung in der Synapse der Neuronen im Hinterhorn auslöst. Durch die Weiterleitung des Impulses über den Thalamus entsteht schliesslich beim Kortex der Sinneseindruck Schmerz (Heisel & Jerosch, 2007).

Neurone können durch Interneurone oder efferente Bahnen entladen und so gehemmt werden. Eine Reizüberflutung wird durch afferente Stimulation verhindert (Heisel & Jerosch, 2007).

Durch die Freisetzung grosser Mengen an Glutamat, kann es zu einer Bildung eines Schmerzgedächtnisses kommen, indem die Schmerzempfindlichkeit gesteigert wird. Botenstoffe, welche die Empfindlichkeit der Rezeptoren des Schmerzes erhöhen, werden ausgeschüttet (Menche & Brandt, 2013).

### **2.2.3 Schmerztheorie**

Die Therapie mit TENS wirkt gleich wie die Spinal-gate-Control Theorie. A $\beta$ -Fasern werden durch einen Schmerzreiz stimuliert und über das Hinterhorn des Rückenmarks ins Gehirn geleitet. An dieser Stelle können Efferenzen des Gehirns hemmende Einflüsse nehmen und die Schmerzintensität somit lindern. Dadurch wird jedes Schmerzerlebnis mehrfach gefiltert und von körpereigenen Systemen verändert. Nerven oder Muskeln werden durch verschiedene Stromformen erregt (Thomm, 2011).

Durch eine Reizung der A $\beta$ -Fasern wird der nozizeptive Input der abgeschwächten myelinisierten Fasern gehemmt. Weiter werden die Ausschüttung von Endorphinen am Hinterhorn und die absteigenden Hemmbahnen aktiviert (Thomm, 2011). Durch Stromformen werden Nerven, welche Berührungssignale übertragen, stimuliert. Dadurch wird die Annahme gestellt, dass Schmerzsignale überdeckt werden, indem die Umgebung des schmerzenden Bereiches angeregt wird (Sendera & Sendera, 2015).

#### **2.2.4 Symptome und Schmerzerfassungsinstrumente**

Schmerzen weisen oft mehrere Kennzeichen auf. Dies sind verbale Hinweise, wie jammern, stöhnen und weinen (Heuwinkel-Otter et al., 2011).

Auch kann es psychische Konflikte auslösen und der Schmerz wird als Bewältigungsfunktion verwendet. Er kann körperlicher Ausdruck des psychischen Leidens werden (Thomm, 2011). Auch körperliche Folgen und Veränderungen können auftreten. Diese beinhalten Schonhaltung, schmerzverzerrtes Gesicht, geweitete Pupillen, Gewichtsabnahme, Kaltschweissigkeit, Tachy- oder Bradykardie, Hyper- oder Hypotonus oder verändertes Atemmuster (Heuwinkel-Otter et al., 2011). Oft kommt es durch die starken Schmerzen zu Übelkeit und Appetitverlust. Dadurch verändert sich auch die Schlafqualität und -quantität. Durch angenommene Schon- und Fehlhaltungen können Venenthrombosen, Lungenembolien, Dekubiti und Pneumonien entstehen (Menche & Brandt, 2013).

Chronische Schmerzen werden als sinnlos und ohne Funktion bezeichnet. Daraus können Verzweiflung und Angst, aber auch Gefühle wie Hoffnungslosigkeit, Depression, Freudlosigkeit und Somatisierung entstehen (Thomm, 2011).

Um ein Nachlassen der Symptome zu erreichen, nehmen die Patienten oft unkontrolliert Medikamente ein. Die Patienten geraten in einen Teufelskreis, suchen mehrere Ärzte auf und unterziehen sich diversen diagnostischen Verfahren oder Behandlungen. Die Behandlungen erweisen sich oft als erfolglos und die Patienten fühlen sich hoffnungslos und ausgeliefert. Weitere Probleme wie sozialer Rückzug, berufliche Probleme und Familienkonflikte sind die Folge (Thomm, 2011).

Bei einer effektiven Schmerztherapie ist die Erfassung der Intensität des Schmerzes ein wichtiger Pfeiler (Thomm, 2011). Dies geschieht mittels Schmerzerfassungsinstrumenten (eindimensionale oder mehrdimensionale Skalen) (Menche & Brandt, 2013).

Bei den eindimensionalen Skalen werden die Intensität der Schmerzen in Zahlen oder vorformulierten Äusserungen gemessen. Eine Untergruppe der eindimensionalen Skala ist die numerische Rangskala (NRS). Der Patient ordnet seinen Schmerz vorgegebenen Zahlenwerten zu (Menche & Brandt, 2013).

Es handelt sich hierbei um eine Skala von 0 (kein Schmerz) bis 10 (stärkster vorstellbarer, unerträglicher Schmerz), auf der der Patient seinen Schmerz angeben kann (Menche & Brandt, 2013). Die NRS gilt als valide und reliabel (Steudter & Bischofberger, 2011). Auch die verbale Rang Skala (VRS) wird angewendet. Mittels einer fünfteiligen Skala soll der Patient seine momentane Schmerzstärke beschreiben. Die VRS verwendet die Begriffe kein, leichter, mässiger, starker und stärkster Schmerz (Thomm, 2011). Diese Skala hat ein breites Anwendungsspektrum. So ist auch eine Anwendung bei kognitiv eingeschränkten, sehbehinderten und älteren Patienten möglich (Menche & Brandt, 2013). Als letzte Untergruppe der eindimensionalen Skalen wird die visuelle Analogskala (VAS) genannt. Es handelt sich um eine 10cm lange Linie, bei der beide Enden mit den Begriffen "kein Schmerz" und "unerträglicher Schmerz" angeschrieben sind. Der Patient wird aufgefordert, nach seiner Einschätzung die Intensität der Schmerzen durch einen Strich einzuzichnen oder den Schieber zu platzieren (Menche & Brandt, 2013). Die VAS hat bei der Interrater-Reliabilität und Gültigkeit zufriedenstellende Werte erzielt (Steudter & Bischofberger, 2011).

Die mehrdimensionalen Instrumente erfassen neben der Intensität auch die Lokalisation, Qualität und schmerzlindernde Massnahmen. Oft finden diese Anwendung bei chronischen Schmerzpatienten (Menche & Brandt, 2013). Hier kann mit Schmerzfragebögen gearbeitet werden. Auch besteht die Möglichkeit einer Erstellung eines Schmerztagebuches. Das Schmerzgeschehen und die Konsequenzen werden unterstützt (Thomm, 2011).

### **2.2.5 Behandlung**

Die Behandlung der akuten und chronischen Schmerzen weisen erhebliche Unterschiede auf. Die Indikation einer Therapie wird durch physiologische und psychologische Unterschiede zwischen akuten und chronischen Schmerzen beeinflusst. Weiter haben der Verlauf und die Dauer einen Einfluss auf das Therapiemanagement und die Interventionen (Thomm, 2011). Zu Beginn einer medikamentösen Therapie steht eine Anamnese im Vordergrund. Die genaue Diagnostik, die Schmerzart und die Erfassung der Gesamtsituation sind massgebend (Kipfer-Buchli, Eichenberger & Curatolo, 2011).

Bei den chronischen Schmerzen liegt der Hauptfokus auf einer Therapie mit langanhaltenden Analgesien. Veraltet sind Medikamente mit kurzer Wirkungsdauer. Für die Einnahme der Medikamente wird mit dem Patienten ein genauer Plan mit fixen Uhrzeiten erstellt. Durch die selbstständige Einnahme werden Ressourcen wie die Selbstständigkeit und Eigenverantwortung gestärkt. Es ist zudem wichtig, eine Aufklärung über Umsetzung der Therapie, Unverträglichkeiten und Nebenwirkungen durchzuführen (Thomm, 2011).

Unterstützende, konservative Therapieverfahren werden in der Schmerztherapie oft angewendet und haben Vorteile wie zum Beispiel die selbstständige Durchführung von zuhause aus (Thomm, 2011). Die transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS) stellt eine solche Therapie dar.

## **2.3 Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS)**

### **2.3.1 Definition und Arten**

Bei der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) werden elektrische Impulse über eine Apparatur durch die Haut auf das periphere Nervensystem übertragen. Sie wird zur Schmerzlinderung beziehungsweise Schmerzvermeidung angewendet (Thomm, 2011).

Bei der TENS Therapie stehen verschiedene Stimulationsformen zur Verfügung. Diese sind niederfrequente, akupunkturähnliche (1-4 Hz), hochfrequente, konventionelle (30-100 Hz) und Burst-Stimulation. Eine Frequenz über 100 Hz zeigt keine Zunahme des therapeutischen Ergebnis auf. Bei der niederfrequenten Stimulation wird eine Frequenz von 1-4 Hz gewählt (Agarwal-Kozlowsky, 2013). Die Intensität ist bei dieser Therapie hoch (Pothmann, 2010). Die Wirkung ist akupunkturähnlich und stark analgetisch. Hierbei werden der Hirnstamm, das Hypophysen-Hypothalamussystem und das Rückenmark aktiviert. Der Effekt ist langanhaltend (Agarwal-Kozlowsky, 2013). Es kann zu motorischen Reaktionen kommen, welche schmerzhemmend wirken (Pothmann, 2010).

Die konventionelle Form beschreibt die hochfrequente TENS Therapie. Stimulationen zwischen 30-100 Hz werden appliziert. Der Wirkungseintritt ist rasch und die Beschwerden werden nur für eine kurze Zeit gelindert (Agarwal-Kozlowsky, 2013). Zudem werden bei dieser Frequenz keine dünnen Nervenfasern aktiviert (Gessler, 2010). Das segmentale System des Rückenmarks, sowie das Serotoninsystem des Hirnstamms werden aktiviert. Bei der Burst Stimulation wird eine Grundfrequenz von 1-4 Hz mit einer inneren Frequenz von 50-100 Hz verabreicht. Hierbei wird das Endorphinsystem aktiviert. Der Effekt tritt langsam ein, hat aber eine langanhaltende Wirkung (Agarwal-Kozlowsky, 2013).

### **2.3.2 Stimulationsparameter und Stimulationsformen**

Am Gerät sind verschiedene Einstellungsmöglichkeiten bezüglich Stromstärke, Impulsbreite, Impulsform und Impulsfrequenz vorhanden (Thomm, 2011). Um eine genaue Stromdichte bei den Nervenfasern zu erreichen, braucht es eine Stromstärke von 10-60 Milliampère (mA). Diese Stärke ist von der Distanz zwischen der Haut und dem zu aktivierenden Nerv abhängig (Gessler, 2010).

Das heisst, dass dicke Nervenfasern niedrigere Erregungsschwellen als dünne Nervenfasern aufweisen. Je kürzer die Pulsdauer, desto stärker muss die Stromintensität sein. Der Wert, bei dem eine Nervenfaser noch angeregt werden kann, bestimmt die untere Grenze der Pulsdauer. Um einen myelinisierten Nerv zu stimulieren braucht es einen Impuls mit einer Dauerhaftigkeit von 0.05-0.5 Mikrosekunden. Damit eine Schmerzlinderung erzielt werden kann, müssen grosskalibrige Fasern erregt werden. Hierzu ist eine Impulsbreite von 0.2 Mikrosekunden notwendig (Gessler, 2010). Eine Stimulation unter der Schmerz- und Toleranzschwelle kann die Compliance des Patienten erhöhen. Bei chronischen Schmerzen werden niedrige und bei akuten Schmerzen höhere Frequenzen appliziert. Die Anwendungsdauer variiert zwischen 20-30 Minuten, ein- bis viermal täglich (Agarwal-Kozlowsky, 2013).

### **2.3.3 Indikationen und Wirkung**

Die Therapie mit TENS weist ein breites Anwendungsspektrum auf und ist zudem eine effektive und wirtschaftliche Methode, welche über Monate und Jahre möglich ist. Weiter kann die Therapie den Verbrauch von Analgetika senken oder vermeiden. TENS hat einen positiven Effekt auf die Gewebedurchblutung. Ein weiterer Vorteil ist die praktische Anwendung auch von zuhause aus. Besonders bewährt hat sich der Einsatz bei Schmerzen am Bewegungsapparat (Thomm, 2011). Oft werden mit der TENS Gelenkschmerzen an den oberen Extremitäten, dem Schulter-, Ellenbogen- und Handgelenk therapiert. An den unteren Extremitäten werden häufig das Hüft-, Knie- und Sprunggelenk behandelt (Bachmann, 2010).

Eine Stimulierung ist bei diversen Krankheitsbildern indiziert. Chronische Rücken-, Kopf und Gesichtsschmerzen, degenerative Erkrankungen an Gelenken, Phantomschmerzen, akute Schmerzen, Schmerzen an Narben, Zahnbehandlungen und traumatische Verletzungen der Nerven (Thomm, 2011).

Um schmerzhaftes Symptome zu lindern, haben sich bereits die alten Ägypter der Elektrizität bedient. Jedoch wurde erst im 19. Jahrhundert, durch die technische Weiterentwicklung, elektrischer Strom zur kurzzeitigen Analgesie verwendet. TENS hat sich nach 30 Jahren als Schmerzbekämpfungsverfahren zur Therapie von vorwiegend chronischen Schmerzen bewährt. Die Therapie wird heute bei fast allen schmerztherapeutischen Einrichtungen angewendet (Thomm, 2011).

### **2.3.4 Durchführung und Anwendung**

TENS ist eine Intervention, welche bei akuten und chronischen Schmerzen zum Einsatz kommen kann (Gschiel et al., 2010).

In der Anfangsphase ist der Kontakt zwischen den Patienten und Pflegenden/Therapeuten intensiver und häufiger. Vor einem definitiven Gebrauch werden die Patientencompliance, die Einstellungen und die Elektrodenplatzierung geprüft (Agarwal-Kozlowsky, 2013). Weiter kommt es immer zu einer Versuchsstimulation von 30 Minuten (Thomm, 2011). Zusammen mit dem Patienten werden Elektroden ausgetestet und angepasst. Anschliessend werden die Einstellungen der Frequenz, Stimulationsformen und Stromstärke vorgenommen (Agarwal-Kozlowsky, 2013). Damit Stromimpulse auf der Haut verwendet werden können, benötigt man bewegliche, dünne Gummipplatten, welche Strom leiten können. Auf der einen Seite sind diese mit einem Gel überzogen (Thomm, 2011). Danach wird das Gerät eingeschaltet und eine Erhöhung der Stromstärke vorgenommen. Die Stärke wird so lange erhöht, bis beim Patienten ein leichtes, schmerzhaftes Kribbeln spürbar ist (Agarwal-Kozlowsky, 2013).

Nach einer Schulung über die Handhabung, die vorwiegend durch Therapeuten, Pflegepersonal und Ärzte erfolgt, kann der Patient TENS zwei bis viermal täglich für ungefähr 20-30 Minuten anwenden (Thomm, 2011).

### **2.3.5 Kontraindikationen und Nebenwirkungen**

Patienten mit Herzschrittmachern, kardialen Risikofaktoren und Metallimplantaten sollten von einer Behandlung absehen (Thomm, 2011). Als weitere Kontraindikation wird Schwangerschaft genannt (Agarwal-Kozlowsky, 2013).

Bei den Nebenwirkungen werden vor allem, aufgrund der Unverträglichkeit des Gels, Hautirritationen genannt. Weiter kann es zu allergischen Reaktionen und Verbrennungen durch ausgetrocknetes Gel kommen (Thomm, 2011).

Weitere unerwünschte Wirkungen können Euphorisierung oder Schlafprobleme, hormonelle Wirkungen und Herzrhythmusstörungen sein. Die Nebenwirkungen treten meistens bei nicht fachgerechter Anwendung auf (Agarwal-Kozlowsky, 2013).

## **3 Methodenbeschreibung**

### **3.1 Forschungsdesign**

Um die Frage „wie wird in der wissenschaftlichen Literatur die Wirksamkeit von hochfrequenter transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) auf Schmerzen bei Gonarthrose beschrieben“, wurde eine systematische Literaturreview erstellt. Diese gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung (Behrens & Langer, 2010).

Die Vertrauenswürdigkeit der vorliegenden systematischen Literaturreview wurde gewährleistet, indem über einen längeren Zeitraum in unterschiedlichen pflegerelevanten und physiotherapeutischen Datenbanken systematisch gesucht wurde. Die Studien wurden mehrmals kritisch gelesen, zusammengefasst und schliesslich analysiert. Das Auswählen der einzelnen Studien erfolgte über das Festlegen von Ein- und Ausschlusskriterien. Um den Prozess nachvollziehbar zu beschreiben, wurden die Datensammlung, die Auswahl der Daten und die Datenanalyse dicht dargestellt. Durch die professionelle Unterstützung von der Begleitperson, die laufenden Feedbacks von Mitstudierenden und der Austausch in der Kleingruppe konnten Anregungen und Tipps berücksichtigt und umgesetzt werden. Zudem wurden die Qualität und die Evidenz der einzelnen Studien mit passenden Instrumenten eingeschätzt. Da ausschliesslich veröffentlichte Literatur verwendet wurde und keine Interventionen an Probanden durchgeführt wurden, musste keine informierte Zustimmung der Teilnehmer eingeholt werden. Plagiate wurden durch das korrekte Zitieren und Angeben der Literaturquellen vermieden. Es wird keinen Antrag an die Ethikkommission gestellt, da bei den eingeschlossenen Studien darauf geachtet wurde, dass eine Ethikkommission die Durchführung der Studie genehmigt hat. Zudem wurden in den einzelnen Zusammenfassungen der Studien die ethischen Aspekte erläutert.

### **3.2 Methode der Datensammlung**

Von Juni bis Dezember 2014 wurde in den Datenbanken Public Medline (PubMed), The Cochrane Library (Cochrane), Cumulative index to nursing and allied health literature (Cinahl) und Physiotherapy Evidence Database (PEDro) nach passender Literatur zum Beantworten der Forschungsfrage gesucht. Die Suche in den Datenbanken PubMed, Cochrane und Cinahl wurde systematisch mittels Meshbegriffen (MeSH) oder Cinahl Headings (CH) durchgeführt. Die einzelnen Suchbegriffe lauteten: „Electric Stimulation“, „Transcutaneous Electric Nerve Stimulation“, „Osteoarthritis“, „Osteoarthritis, knee“, „Pain“ und „Analgesics“. Nachdem zuerst jeder Begriff einzeln gesucht wurde, wurden die Suchbegriffe anschliessend mit OR und schliesslich mit AND verbunden.



In der Datenbank PEDro wurde bei der einfachen Suche mit den Begriffen „tens“ AND „pain“ AND „osteoarthritis, knee“ gesucht. Die genauen Suchstrategien sind in Tabelle 1 und 2 dargestellt.

	<b>Cochrane, Pubmed</b>	<b>Cinahl</b>
#1	Electric Stimulation [MeSH]	Electric Stimulation [CH]
#2	Transcutaneous Electric Nerve Stimulation [MeSH]	Transcutaneous Electric Nerve Stimulation [CH]
#3	Osteoarthritis [MeSH]	Osteoarthritis [CH]
#4	Osteoarthritis, Knee [MeSH]	Osteoarthritis, Knee [CH]
#5	Pain [MeSH]	Pain [CH]
#6	Analgesics [MeSH]	Analgesics [CH]
#7	#1 OR #2	#1 OR #2
#8	#3 OR #4	#3 OR #4
#9	#5 OR #6	#5 OR #6
#10	#7 AND #8 AND #9	#7 AND #8 AND #9

Tabelle 1: Suchstrategie von Datenbanken Cochrane, Pubmed und Cinahl

	<b>PEDro</b>
#1	Tens
#2	Pain
#3	Osteoarthritis, knee
#4	#1 AND #2 AND #3

Tabelle 2: Suchstrategie von Datenbank PEDro simple search

### 3.3 Methode der Datenauswahl

Ein- und Ausschlusskriterien wurden definiert und die Studien wurden mittels dieser Kriterien ausgewählt. Eingeschlossen wurden Interventions- oder Vergleichsstudien mit dem Design von randomisiert kontrollierten Versuchen (RCT). Die Studien sollten in englischer, französischer oder deutscher Sprache verfasst und zwischen 2004 und 2014 erschienen sein. Es wurden ausschliesslich Studien einbezogen, bei welchen eine konventionelle, hochfrequente TENS angewendet wurde. Die genauen Kriterien sind in Tabelle 3 ersichtlich.

<b>Einschlusskriterien</b>
1. Sprache: Englisch, Französisch, Deutsch
2. Jahr 2004 – 2014
3. RCT-Design
4. Interventions- oder Vergleichsstudie
5. Konventionelle, hochfrequente TENS

Tabelle 3: Einschlusskriterien

Ausgeschlossen wurden Studien, bei welchen der Titel oder das Abstract keine Auskunft über die Applikation von TENS gaben, bei welchen die Studienteilnehmer nicht an Gonarthrose litten oder die Studie sich nicht auf Schmerzen bezog. Weiter wurden Studien, bei denen in der Vergleichsstudie ein anderes Outcome verglichen wurde, ausgeschlossen.

### 3.4 Datenanalyse

Die durch die Einschlusskriterien ausgewählten Studien wurden heruntergeladen, mehrmals kritisch durchgelesen und übersetzt. Zusammengefasst wurden die sechs ausgewählten Studien in einer Tabelle mit Design, Fragestellung/Ziel/Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung/verdeckte Zuteilung/Verblindung, Ethik, Intervention, Outcome/Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse, Ergebnisse und Diskussion/Schlussfolgerung. Der Evidenzgrad wurde nach Rosswurm und Larrabee (1999) kritisch eingeschätzt (zit. in LoBiondo-Wood & Haber, 2005).

Die Qualität wurde mit dem Beurteilungsbogen von Behrens und Langer beurteilt (Behrens & Langer, 2010). Der Beurteilungsbogen wurde angepasst, indem die Fragen umformuliert und die Antwortmöglichkeiten mit „Ja“, „Nein“ oder „Unklar“ festgelegt wurden. Beim Kriterium, ob die Ergebnisse im Einklang stehen mit anderen Untersuchungen wurde eine Anpassung auf „Ja“, „Nein“ oder „teilweise“ vorgenommen. Der Bogen beinhaltet die adäquate Rekrutierung der Teilnehmer nach Zufallsstichprobe oder angemessene Ein- und Ausschlusskriterien. Eine adäquate Einteilung wurde gewährleistet, wenn die Teilnehmer verdeckt per Telefon, Internet oder blickdichtem Briefumschlag zugeteilt wurden. Eine adäquate Randomisierung galt bei einer Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierten Zufallszahlen/Tabellen, Blockrandomisierung, Matching oder Stratifizierung.

Um zu beurteilen, wie viele Teilnehmer die Studie abgeschlossen haben, mussten das Follow-up und eine Beschreibung der Ausfälle ersichtlich sein. Ob Therapeuten, Teilnehmer oder Untersucher verblindet wurden, war ein weiteres Kriterium. Zudem war wichtig, ob die Untersuchungsgruppen zu Beginn der Studie ähnlich waren, dies in Hinsicht klinischer und demographischer Daten. Ob alle Untersuchungsgruppen abgesehen von der Intervention gleich behandelt wurden, war ein zusätzliches Kriterium. Weiter wurde überprüft, ob die Teilnehmer auch in der ihnen per Randomisierung zugeteilten Gruppe bewertet wurden. Bei einem Wechsel in eine andere Gruppe musste eine Intention-to-Treat Analyse durchgeführt werden. Um die Grösse der Stichprobe zu bewerten, wurde darauf geachtet, ob die Poweranalyse erfüllt worden ist. Um die Studie zu evaluieren, wurden die Ergebnisse mit vorangegangenen Forschungsergebnissen verglichen. Eine hohe Studienqualität war gegeben, wenn beim angepassten Beurteilungsbogen acht bis zehn Kriterien mit einem „Ja“ beantwortet werden konnten.

Fünf bis sieben Kriterien mit „Ja“ entsprachen einer mittleren Studienqualität. Eine tiefe Qualität wurde evaluiert bei weniger als fünf „Ja“. Der angepasste Beurteilungsbogen und die Einschätzung des Evidenzgrades sind im Anhang aufgeführt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse der Literaturrecherche

Für die vorliegende systematische Literaturübersicht wurden in allen Datenbanken 167 Treffer gefunden. Zur Analyse blieben schliesslich sechs Studien. Die Ergebnisse werden nach Erscheinungsjahr aufgelistet. In der untenstehenden Tabelle wird die Datenauswahl präsentiert.

<b>Totale Anzahl Treffer in allen Datenbanken</b>	<b>167</b>
Mehrfachauflösungen	48
Restliche Treffer	119
Studien erschienen nicht zwischen 2004 und 2014	36
Studien sind keine Interventions- oder Vergleichsstudie mit RCT Design	25
Titel oder Abstract geben keine Auskunft über Applikation von hochfrequentem TENS	10
Studien wurden nicht in englischer, französischer oder deutscher Sprache verfasst	11
Studienteilnehmer litten nicht an einer Gonarthrose	6
Studien bezogen sich nicht auf Schmerzen	5
In der Vergleichsstudie wird ein anderes Outcome verglichen	7
In der Studie wird nicht konventionelle, hochfrequente TENS durchgeführt	13
Total ausgeschlossene Studien	113
Studien zur Analyse	6

Tabelle 4: Datenauswahl

### 4.2 Merkmale der analysierten Studien

Die Wirksamkeit von TENS auf Schmerzen bei Gonarthrose wurde bei allen analysierten Studien untersucht. Die grundlegenden Informationen zu den eingeschlossenen Studien werden in der untenstehenden Tabelle, nach Erscheinungsjahr, genauer beschrieben.

<b>Autoren/Jahr</b>	<b>Land/Sprache</b>	<b>Evidenzgrad</b>
Palmer et al. (2014)	England Englisch	I.b.
Atamaz et al. (2012)	Türkei Englisch	I.b..
Mascarin et al. (2012)	Brasilien Englisch	I.b.
Vance et al. (2012)	USA Englisch	I.b.
Adedoyin, Olaogun und Oyeyemi (2005)	Nigeria Englisch	I.b.
Law und Cheing (2004)	China Englisch	I.b

Tabelle 5: Übersicht analysierte Studien

Der Evidenzgrad wurde bei den sechs Studien nach Rosswurm und Larrabee (1999) eingeschätzt (zit. in LoBiondo-Wood & Haber, 2005, S. 674). Bei der Einschätzung wurden alle Studien mit dem Evidenzgrad I.b. beurteilt.

Die Studien wurden alle in verschiedenen Ländern durchgeführt. Eine in England (Palmer et al., 2014), eine in der Türkei (Atamaz et al., 2012), eine in Brasilien (Masca-  
rin et al., 2012), eine in den USA (Vance et al., 2012), eine weitere in Nigeria (Adedo-  
yin et al., 2005) und die letzte in China (Law und Cheing, 2004). Alle sechs Studien  
wurden                    in                    englischer                    Sprache                    veröffentlicht.

### 4.3 Beschreibung der analysierten Studien

**Palmer et al. (2014)** erfassten in der randomisierten, scheinkontrollierten Studie den zusätzlichen Effekt von TENS bei Kniearthrose in Kombination mit einem sechs wöchigen Schulungs- und Übungsprogramm. Die Studie wurde in einer Physiotherapie im Universitätsspital in Bristol durchgeführt. Die Studie wurde von der Ethikkommission genehmigt. Alle Teilnehmer (TN) haben eine informierte Zustimmung unterschrieben. Zu den vordefinierten Einschlusskriterien zählten ein Mindestalter von 18 Jahren und die Diagnose Gonarthrose durch die Kriterien des American College of Rheumatology. Ausgeschlossen wurden TN mit Komorbiditäten, Kontraindikationen von TENS und Erfahrungen mit TENS.

475 Patienten mit einer vermuteten oder bestätigten Gonarthrose wurden von der Physiotherapie in Bristol untersucht, dabei wurden 42 Patienten ausgeschlossen. Anschliessend wurde mit 433 Patienten ein Telefonscreening durchgeführt, dabei schieden 154 aus. Die restlichen 279 Personen wurden zu einem Erstassessment eingeladen und fortlaufend nummeriert. Es blieben nach dem Assessment 224 TN zur Randomisierung übrig. Nach der Rekrutierung wurden die TN randomisiert in die drei Gruppen aktiv TENS (aktive Übertragung von elektrischen Impulsen über eine Apparatur) + Kniegruppe (n=73), Sham TENS (Anwendung von Attrappen-Geräten) + Kniegruppe (n=74) und Kniegruppe (n=77) eingeteilt. Die undurchsichtigen Couverts mit den Gruppenzuteilungen wurden durch einen unabhängigen Mitarbeiter verschlossen, zweimal gemischt und nacheinander nummeriert. Alle Teilnehmer und Untersucher waren verblindet.

Alle TN nahmen an einem sechswöchigen, evidenzbasierten Gruppenschulungs- und Übungsprogramm teil und erhielten ein Übungsprogramm für zuhause.

Die Gruppe aktiv TENS + Kniegruppe, wurde für die Anwendung von TENS während 30 Minuten durch einen Physiotherapeuten geschult. Die Elektroden wurden medial und lateral am Kniegelenk angebracht. Die Stimulationsfrequenz betrug 100 Hertz (Hz) und die Impulsbreite 50 Mikrosekunden. Die Intensität der Impulse wurde auf stark, aber angenehm eingestellt. Die TN konnten TENS vor, während oder nach den Übungen, so oft wie nötig anwenden. Die SHAM TENS + Kniegruppe, verwendete Attrappen ohne elektrischen Impuls, mit gleichem Ablauf wie bei der aktiv TENS + Kniegruppe. Die TN der Kniegruppe, welche nur das Schulungs- und Übungsprogramm erhalten haben, wurden während den Übungen von einem Physiotherapeuten betreut.

Das Schulungsprogramm bestehend aus standardisierter Präsentation und Protokoll wurde in einer einstündigen Sitzung (30 Minuten Schulung und 30 Minuten Übungen) vorgestellt. Schmerz wurde mit dem Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) ausgewertet.

Die Outcomes Steifheit, Beurteilung der Veränderung, Selbstwirksamkeit, Einhalten der Übungen und die Funktion wurden ebenfalls mit dem WOMAC evaluiert.

Das Outcome Bewegung mit dem WOMAC und einem Myometer. Die Outcomes Schmerz, Steifheit und Bewegung wurden zu Beginn (nach dem Erstassessment) und in den Wochen drei, sechs, zwölf und 24 gemessen. Die Beurteilung der Veränderung und die Einhaltung der Übungen wurden in den Wochen drei, sechs, zwölf und 24 durchgeführt. Und die Durchführung der Selbstwirksamkeit der Übungen zuhause wurde zu Beginn (nach Erstassessment) und in der Woche 24 ausgewertet.

Die statistische Analyse wurde mit dem Programm IBM SPSS Version 19 durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde mit  $\alpha=5\%$  festgelegt. Um eine Poweranalyse von 90% zu erfüllen, müssen 67 TN in jeder Gruppe eingeteilt werden.

Zu Beginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich klinischen und demografischen Daten. Fünf TN haben die Studie wegen Nichtbestehen des Erstassessments und wegen Terminproblemen vorzeitig abgebrochen. Es wurde eine Intention-to-treat Analyse durchgeführt. Die Schmerzen konnten durch aktiv TENS + Kniegruppe in allen drei Gruppen nicht signifikant verbessert werden. Der P-Wert bei der aktiv TENS + Kniegruppe nach dem Erstassessment war bei  $p=0,503$ . In der Woche drei  $p=0.537$ , Woche sechs  $p= 0.465$ , Woche zwölf  $p= 0.386$  und in der Woche 24  $p=0.226$ . 33% der aktiven TENS + Kniegruppe zeigten signifikante Verbesserungen in der Funktion. Bei der Sham TENS + Kniegruppe waren es 36% und bei der Kniegruppe 42%. Die Outcomes Steifheit, Bewegung, Beurteilung der Veränderung, Selbstwirksamkeit und Einhalten der Übungen hat sich signifikant verbessert.

**Atamaz et al. (2012)** untersuchten in der doppelverblindeten, randomisierten, kontrollierten Multizenterstudie die Wirksamkeit von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS), Interferenzstromverfahren (IFC), Kurzwellendiathermie (SWD) sowie Placebobehandlung zusammen mit Übungen und Schulungen auf Schmerzen bei Patienten mit Gonarthrose. Die Studie fand in vier Medizin- und Rehabilitationszentren in der Türkei statt.

Die Ethikkommission genehmigte die Studie und alle TN unterschrieben eine informierte Zustimmung. Es wurden vorformulierte Ein- und Ausschlusskriterien definiert. TN zwischen 50 bis 80 Jahre wurden eingeschlossen.

Zudem zählten die Diagnosestellung nach den Kriterien des American College of Rheumatology und eine radiologische Bestätigung mit einem Kellgren-Lawrence Grad von zwei bis drei zu den Einschlusskriterien. Die TN mussten Schmerzen auf der visuellen Analogskala (VAS) von mindestens Stärke vier, seit sechs Monaten, angeben. Ausgeschlossen wurden TN welche Erfahrungen mit TENS hatten oder Komplikationen bei Elektrotherapien aufzeigten.

TN die an einer chronischen Erkrankung litten, Gelenksentzündungen aufwiesen oder 30 Tage vor Studienbeginn eine Kortisoninjektion erhielten wurden ebenfalls ausgeschlossen. Zudem wurden TN ausgeschlossen, bei welchen eine Operation am Kniegelenk oder eine Arthroskopie während den letzten sechs Monaten durchgeführt wurde. 287 Teilnehmer (TN) wurden im Hauptzentrum rekrutiert. Nach der Rekrutierung wurden 84 TN ausgeschlossen. Die 203 TN wurden zufällig mittels zweistelligen Nummern in die Gruppen TENS (n=37), TENS Sham (n=37), IFC (n=31), IFC Sham (n=35), SWD (n=31) und SWD Sham (n=32) eingeteilt. Die Teilnehmer, Forscher und Analytiker waren verblindet.

Die Behandlung fand fünfmal pro Woche während drei Wochen statt. Alle TN absolvierten unter Begleitung eines Physiotherapeuten ein dreiwöchiges Übungsprogramm. Zudem wurde eine einstündige Schulung über Gonarthrose angeboten. Die TN der TENS-Gruppe erhielten eine Stimulation während 20 Minuten mit einer Frequenz von 80 Hertz (Hz) und einer Intensität von 10-30 Milliampere (mA) über vier Oberflächenelektroden. In der IFC-Gruppe, erfolgte die Stimulation ebenfalls während 20 Minuten mit einer Stimulationsfrequenz von 100 Hz über zwei Elektroden. Die SWD-Gruppe wurde mit einer Frequenz von 27,12 MHz und einer Intensität von 300 Watt über eine Kondensatorplatte mit einem Durchmesser von 10cm stimuliert. Zu jeder der obengenannten Behandlungsmethoden wurde eine Scheinstimulation mit gleichem Ablauf durchgeführt.

Die Evaluation des Outcomes „Schmerz“ erfolgte mittels der VAS, Einnahme von Paracetamol, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) und des Nottingham Health Profile (NHP). Die Beweglichkeit wurde gemessen mit einem Goniometer. Um die Funktionsfähigkeit zu beurteilen, wurde eine Zeitmessung vorgenommen, in welcher jeder TN 15 Meter laufen musste.

Die klinische Beurteilung wurde zu Studienbeginn und im ersten, dritten und sechsten Monat vorgenommen. Die statistische Analyse erfolgte mittels des SPSS Programm. 80% Poweranalyse entspricht 28 TN pro Gruppe und das Signifikanzniveau beträgt  $\alpha=5\%$ .

28 TN haben die Studie nicht beendet. Es wurden während der Behandlung keine Komplikationen verzeichnet und die TN haben keine weiteren Therapien erhalten. Zu Beginn gab es keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Gruppen.

In der Schmerzeinschätzung gab es während der Studie, vergleichend mit dem Beginn, eine signifikante Verbesserung in allen Gruppen. Eine signifikante Verbesserung ( $p < 0.05$ ) der WOMAC, 15-Meter-Laufzeit und der NHP wurde in allen Gruppen verzeichnet.

Die Einnahme von Paracetamol war in den Behandlungsgruppen signifikant tiefer als in den Kontrollgruppen ( $p < 0.05$ ). Bei der TENS-Gruppe sanken die Werte der VAS stetig. Bei der Beweglichkeit konnte keine Verbesserung festgestellt werden ( $p > 0.05$ ).

**Mascarin et al. (2012)** untersuchten in einer randomisierten kontrollierten Studie die Wirksamkeit einer 12-wöchigen Kinesiotherapie (KIN), transkutan elektrischer Nervenstimulation (TENS) und Ultraschall (US) auf die körperliche Leistungsfähigkeit und Schmerzen bei Patientinnen mit bilateraler Gonarthrose, mittels sechs Minuten Geh-test. Die Studie fand in einer Universität in Brasilien statt.

Die Studie wurde durch die Ethikkommission genehmigt und alle TN unterzeichneten eine Einverständniserklärung. Zu den definierten Einschlusskriterien gehörten das weibliche Geschlecht, ein Mindestalter von 45 Jahren und keine weitere Erkrankungen an den unteren Extremitäten. Die TN mussten zudem die Fähigkeit zur Durchführung von körperlichen Aktivitäten aufweisen, keine komplementären physikalischen Therapien durchführen und die verordneten Medikamente einnehmen. Zudem galt als Einschlusskriterium die Diagnosestellung einer bilateralen Gonarthrose mittels Kriterien des American College of Rheumatology. Zu den Ausschlusskriterien zählten rheumatologische oder neurologische Erkrankungen, unilaterale Gonarthrose, kognitive Einschränkungen sowie Herz-Kreislauf-, Lungen- oder endokrinologische Erkrankungen.

Die Rekrutierung der 48 Teilnehmer (TN) erfolgte durch eine rheumatologische Klinik. Nach der Rekrutierung wurden acht TN ausgeschlossen. Die Einteilung der TN in Gruppen TENS ( $n=12$ ), Ultraschallgruppe ( $n=12$ ) und Kinesiogruppe ( $n=16$ ) erfolgte randomisiert. Der Datenermittler war bei der Datensammlung verblindet.

Die Intervention wurde unter Begleitung eines Physiotherapeuten zweimal wöchentlich während 12 Wochen durchgeführt. TENS wurde jeweils während 20 Minuten angewendet. Mittels eines zwei-Sender Gerätes mit vier Elektroden wurde eine Stimulation mit einer Frequenz von 100 Hz und einer Impulsbreite von 50 Mikrosekunden appliziert. Zusätzlich wurden im Anschluss während 20 Minuten betreute Anspannungs- und Dehnübungen der unteren Extremitäten durchgeführt.



Die Ultraschallgruppe (US), erhielt während drei bis vier Minuten kontinuierliche Ultraschallwellen mit einer Frequenz von 1MHz und 0.8 Watt/cm appliziert. Die Kinesiogruppe (KIN) führte während 20 Minuten betreute Anspannungs- und Dehnübungen der unteren Extremitäten durch.

Das Outcome „Schmerz“ wurde mit der visuellen Analogskala (VAS) und die Gesundheits- und Körperfunktion wurde mit dem Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) erfasst. Um die Bewegungsfähigkeit zu ermitteln, wurde ein Goniometer verwendet. Die Funktion wurde mit dem sechs-Minuten Gehstest erfasst. Die statistische Analyse wurde mittels Statistica v.7.0 durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde mit  $\alpha = 5\%$  definiert.

Initial gab es keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Gruppen bezüglich demografischen und klinischen Daten.

Keine signifikanten Unterschiede beider Knie wurden innerhalb der Gruppen vor und nach der Behandlung festgestellt. Es wurde eine signifikante Verbesserung bezüglich Schmerzen in allen experimentellen Gruppen bei den Knien, ausser bei der US-Gruppe beim linken Knie verzeichnet ( $p < 0.05$ ). Die Streckung beider Knie wurde bei KIN und TENS verbessert. Die WOMAC Punktezahl war bei allen Gruppen zu Beginn ähnlich und es gab signifikant Verbesserungen in jeder Behandlungsgruppe ( $p < 0.05$ ). Die Funktionsfähigkeit wurde bei KIN und US signifikant verbessert, jedoch nicht bei der TENS-Gruppe ( $p > 0.05$ ).

**Vance et al. (2012)** untersuchten in der randomisierten, kontrollierten, doppelverblindeten klinischen Studie den Effekt von hochfrequenter transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) (HF-TENS) und niederfrequenter TENS (LF-TENS) um geeignete Messinstrumente zu ermitteln. Die Hypothese, dass HF-TENS und LF-TENS Schmerzen bei Bewegung reduzieren, wurde erwähnt. Die Studie fand in einer Tertiärversorgungsklinik in den USA statt. Jeder TN unterzeichnete eine informierte Zustimmung.

Zu den vordefinierten Einschlusskriterien gehörten die Diagnose einer medialen Kniegelenksarthrose, das Alter zwischen 18 und 95 Jahren und die Fähigkeit zum Briefkasten zu laufen. Weiter wurden TN mit einem stabilen Medikamentenplan drei Wochen vor dem Test eingeschlossen. Zudem mussten die TN Schmerzen auf der visuellen Analogskala (VAS) von mehr als drei in Ruhe angeben. TN wurden ausgeschlossen bei lateraler Kniegelenksarthrose und Schmerzen auf der VAS von mehr als drei in Ruhe und zehn bei Belastung. Ebenfalls wurden TN mit einem unkontrollierten Diabetes mellitus, einer Hypertonie, Demenz oder kognitiven Einschränkungen, mit neurologischen Störungen oder permanenten Sensibilisierungsstörungen der unteren Extremitäten ausgeschlossen.

Zudem kam es zum Ausschluss von TN, welche TENS bereits angewendet haben. TN mit einer Knie-Operation in den letzten sechs Monaten oder Knieinfiltrationen in den letzten vier Wochen wurden von der Studie ebenfalls ausgeschlossen.

Um die Stichprobe zu bilden, wurden 311 Teilnehmer (TN) anhand Flyern und aktivem Screening rekrutiert. Nach der Rekrutierung wurden 236 TN von der Studie ausgeschlossen, 75 TN konnten eingeschlossen werden. Die Randomisierung in die drei Behandlungsgruppen HF-TENS (n=25), LF-TENS (n=25) und Placebo TENS (n=25), erfolgte mittels verdecktem Zuteilungsprotokoll mit fortlaufenden Nummern.

Die TN wurden aufgefordert, vier Stunden vor Applikation keine Medikamente einzunehmen. Die vier selbstklebenden Elektroden wurden ober- und unterhalb des Knies angebracht. Die Impulsbreite betrug 100 Mikrosekunden und die Intensität war bei 10% unterhalb der Schmerzschwelle festgelegt. Die Behandlung dauerte 20 Minuten.

Die Gruppe HF-TENS wurde mit einer Frequenz von 100 Hertz (Hz) behandelt. Bei der LF-TENS Gruppe wurde eine Stimulationsfrequenz von vier Hz appliziert. Die Kontrollgruppe Placebo TENS, erhielt die gleiche Applikation wie die aktiven TENS Gruppen.

In den ersten 30 Sekunden wurde eine Stromapplikation verwendet. Danach wurden vom Gerät keine weiteren Impulse mehr abgegeben.

Das Outcome „subjektive Schmerzintensität“ wurde mit der VAS in Ruhe, in Bewegung und während der Hitzeapplikation gemessen. Die Schmerzempfindlichkeit wurde mittels sensorischen Tests an sechs Stellen überprüft. Die Hautschmerzschwelle (CMPT) wurde mit dünnen Filamenten (Textilfasern), die Druckschmerzschwelle (PTT) mit einem Handdruckalgometer und die Hitzeschmerzschwelle (HPT und HTS) mit Sonden und Lotion bestimmt. Die Funktionsfähigkeit wurde mit dem Timed-up-and-go Test (TUGT) bestimmt.

Das Signifikanzniveau liegt bei  $\alpha=5\%$ . 80% Poweranalyse entspricht 25 TN pro Gruppe. Bezüglich den demografischen Daten gab es keine signifikanten Unterschiede. Hingegen konnten beim BMI und beim HPT merkbare Abweichungen festgestellt werden.

HF-TENS verbessert PPT bei betroffener Knieseite signifikant ( $p<0.05$ ). LF-TENS verbessert PPT nur auf der gleichen Körperseite signifikant. Placebo TENS zeigt keinen signifikanten Einfluss auf PPT. Zwischen den Gruppen bei HPT, CMPT und HTS gab es keine signifikanten Veränderungen ( $p<0.05$ ). Der Ruheschmerz konnte in allen drei Gruppen signifikant gesenkt werden ( $p<0.03$ ) und es gab keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Gruppen. Die Funktion konnte in keiner Gruppe signifikant verbessert werden ( $p>0.05$ ).

**Adedoyin et al. (2005)** evaluierten in der randomisierten kontrollierten Studie die Wirksamkeit von Interferenzstromverfahren (IFC) und TENS in Kombination mit Übungen auf die Schmerzreduktion und Bewegungsförderung bei Patienten mit Gonarthrose. Die Studie fand in einer Physiotherapiepraxis in Nigeria statt.

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Universität genehmigt und alle TN unterzeichneten eine informierte Zustimmung. Als Einschlusskriterien galten die radiologisch bestätigte unilaterale Gonarthrose sowie keine Erfahrung mit TENS oder IFC. Ausgeschlossen wurden TN mit kardiologischen Erkrankungen, akuten Entzündungen und Krebserkrankungen. Schwangere und Pacemakerträger wurden ebenfalls ausgeschlossen.

51 Teilnehmer (TN) wurden von einem Orthopäden rekrutiert. Die Zuteilung der TN in die drei Gruppen, TENS + Übungen (n=15), IFC + Übungen (n=19) und Übungsgruppe (n=17), erfolgte randomisiert. Der Physiotherapeut, welcher die Daten erfasste, war hinsichtlich der Therapien verblindet.

Alle TN nahmen während vier Wochen, zweimal wöchentlich, an standardisierten Übungen teil. Die TN nahmen keine Medikamente ein. Die TN der TENS + Übungen erhielten eine Behandlung von 20 Minuten. Über zwei Elektroden (8x6cm), befestigt in Längsrichtung auf beiden Seiten des Kniegelenks, wurden die elektrischen Impulse mit einer Stimulationsfrequenz von 80 Hz und einer Impulsdauer von 200 Mikrosekunden abgegeben. Die Impulsintensität wurde nach subjektivem Empfinden der TN eingestellt. Über die zwei Elektroden (8x6cm und gleiche Applikation wie TENS) wurden die Wellen, während 20 Minuten mit einer Frequenz von 80 Hz, bei der Gruppe IFC + Übungen abgegeben. Die Intensität wurde nach subjektivem Empfinden eingestellt. Die Übungsgruppe absolvierte während 20 Minuten lediglich Übungen.

Das Outcome „Schmerz“ wurde mit der visuellen Analogskala (VAS) und dem Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) ausgewertet. Die Funktionsfähigkeit wurde mit dem WOMAC evaluiert. Die Schmerzeinschätzung mittels VAS erfolgte nach jeder Behandlung und die Einschätzung von Schmerzen und Funktionsfähigkeit mittels WOMAC immer beim Treffen am Ende jeder Woche.

Die Datenanalyse wurde mittels verschiedenen statistischen Tests durchgeführt und das Signifikanzniveau ist  $\alpha=5\%$ .

Zu Beginn der Studie gab es signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demografischen und klinischen Daten. Die Übungsgruppe unterscheidet sich bezüglich Geschlechterverteilung signifikant von der TENS und IFC Gruppe.

Zwischen den Gruppen gab es bezüglich Schmerzintensität keine signifikanten Unterschiede ( $p=0,745$ ). Eine signifikante Schmerzlinderung wurde nach der Behandlung in der Übungsgruppe ersichtlich ( $p<0.001$ ), jedoch nicht in der TENS oder IFC Gruppe

( $p=0.813$ ). Es war eine signifikante Schmerzlinderung nach Behandlungsdauer in allen Gruppen feststellbar ( $p<0.001$ ).

Auch hier gab es zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede ( $p=0.241$ ). Die Funktionsfähigkeit wurde in allen Gruppen nach Behandlungsdauer signifikant verbessert.

**Law und Cheing (2004)** überprüften in der randomisierten, kontrollierten, doppelverblindeten Studie eine optimale Stimulationsfrequenz von transkutane elektrischer Nervenstimulation (TENS), um eine Schmerzlinderung für Patienten mit Gonarthrose zu erreichen. Die Studie fand in einem Pflegeheim in China statt.

Zu den Einschlusskriterien zählten Diagnose mittels Röntgenbild einer Gonarthrose von mindestens Grad zwei, Fähigkeit visuelle Analogskala (VAS) zu verwenden, Knie-schmerzen durch Gonarthrose und keine weiteren Knieerkrankungen.

TN wurden ausgeschlossen bei vorausgehenden Knieoperationen, intraartikuläre Kortikosteroidinjektionen innerhalb der letzten vier Wochen, chronische Erkrankungen, Herzschrittmacher oder TENS Behandlung im letzten Monat vor Studienbeginn.

Rekrutiert wurden 36 Bewohner des Pflegeheims. Die Randomisierung in vier Gruppen erfolgte über Losentscheidung. Die Teilnehmer (TN) und Gutachter wurden verblindet. Drei verschiedene TENS Gruppen ( $TENS_{100}$  ( $n=12$ ),  $TENS_2$  ( $n=13$ ) und  $TENS_{2/100}$  ( $n=13$ ) mit unterschiedlichen Frequenzen und eine weitere Gruppe (Placebogruppe ( $TENS_{PL}$ ) ( $n=10$ )) wurden gebildet.

Alle Behandlungen wurden fünfmal wöchentlich während zwei Wochen für 40 Minuten durchgeführt. Vier Gummielektroden wurden an den Akupunkturpunkten festgeklebt. Die Intensität des Stroms wurde auf den einzelnen TN angepasst und schwankte zwischen 25-35 mA. Bei der  $TENS_{100}$  betrug die Stimulationsfrequenz 100 Hertz (Hz) und die Impulsdauer 200 Mikrosekunden ( $\mu s$ ). Die Gruppe  $TENS_2$  verwendeten eine Stimulationsfrequenz von zwei Hz und eine Impulsdauer von 576  $\mu s$ . Die Gruppe  $TENS_{2/100}$  verwendetet eine Stimulationsfrequenz von zwei Hz mit einer Impulsdauer von 576  $\mu s$  während drei Sekunden, gefolgt von 2,5 Sekunden Stimulation mit 100Hz und Impulsdauer 200  $\mu s$ . Bei  $TENS_{PL}$  wurde kein elektrischer Impuls abgegeben. Die Schaltung der Maschine wurde vorgängig getrennt, doch das Anzeigelicht beim Anstellen hat trotzdem geleuchtet. Das Outcome „Schmerz“ wurde mit der VAS vor, während (nach 20 Minuten) und nach (40, 60 und 100 Minuten) der Behandlung gemessen. Die Funktion wurde mittels Timed-up-and-go Test (TUGT) und die Bewegung mit einem Goniometer erfasst.

Für die statistische Analyse wurde das Programm SPSS Version 11 verwendet. Um die VAS, den Goniometer und den TUGT auszuwerten, wurde das Programm ANOVA angewandt. Das Signifikanzniveau wurde bei  $\alpha=5\%$  angesetzt.

Es gab keinen signifikanten Unterschied innerhalb der Gruppen bezüglich demografischen und klinischen Daten. Zwei Austritte wurden während der Studie verbucht (Medizinisches Problem und Alter).

In der ersten Behandlungsphase wurde die VAS bei allen vier Behandlungsgruppen signifikant reduziert, auch beim post-hoc Test 20 Minuten nach der Stimulation ( $p<0.05$ ). Nach einer Stunde wurde in allen drei TENS-Gruppen eine signifikante Schmerzlinderung verbucht ( $p<0.05$ ). Es gibt keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Gruppen ( $p>0.05$ ). In den drei aktiven TENS Gruppen war der Bewegungsbe- reich nach Behandlungsende bis Follow-up signifikant besser ( $p<0.05$ ) und die Funkti- on konnte in allen Gruppen signifikant verbessert werden ( $p<0.05$ ), auch hier gab es keine Unterschiede innerhalb der jeweiligen Gruppen.

#### 4.4 Hauptergebnisse

Die sechs analysierten Studien untersuchten alle die Wirksamkeit von hochfrequenter transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) auf Schmerzen bei Gonarthrose. Es zeigte sich bei vier Studien eine signifikante Verbesserung der Schmerzen beziehungsweise der Schmerzintensität. Palmer et al. (2014) zeigten bei allen Messungen keine signifikanten Verbesserungen auf. Es kam zu keiner zusätzlichen Schmerzlinderung bei der Kombination von TENS und Übungen auf der VAS, jedoch konnte beim WOMAC eine Schmerzlinderung nach Behandlungsdauer in allen Gruppen nachgewiesen werden (Adedoyin et al., 2005).

Vier der insgesamt sechs Studien wurden vorgängig von der jeweiligen Ethikkommission genehmigt und die Teilnehmer unterschrieben alle eine informierte Zustimmung (Palmer et al., 2014; Mascarin et al., 2012; Atamaz et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Bei der Studie von Vance et al. (2012), unterschrieben die Teilnehmer eine informierte Zustimmung und Law und Cheing (2004) machten keine Angaben bezüglich der Ethikkommission.

Fünf der analysierten Studien wurden in medizinischen Einrichtungen durchgeführt und eine in einer Universität (Mascarin et al., 2012).

In jeder Studie führte jeweils eine Gruppe ausschliesslich TENS zur Standardtherapie durch. Als Standardtherapie wurde in drei Studien ein Übungsprogramm angewendet (Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Bei Palmer et al. (2014) wurde ein Übungsprogramm und eine Gruppenschulung ausgeführt.

Die einzelnen Kontrollgruppen bestanden bei drei Studien aus TENS-Placebo Gruppen. Hierbei wurden die einzelnen TENS-Geräte manipuliert, indem vorgängig die Elektronik unterbrochen wurde. Die Geräte funktionierten visuell identisch wie die aktiven TENS Geräte, sie gaben jedoch keine elektrischen Impulse ab (Palmer et al., 2014; Atamaz et al., 2012; Vance et al., 2012; Law und Cheing, 2004). Die Teilnehmer der Kontrollgruppe führten in zwei Studien Interferenzstromverfahren, Kurzwellendiathermie, Kinesiotherapie, Ultraschall und Übungen durch (Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Bei Palmer et al. (2014) führten die Teilnehmer der Kontrollgruppe Placebo-TENS und Knieübungen durch.

Die Behandlungen wurden unterschiedlich lange durchgeführt. In vier Studien dauerte eine Behandlungssequenz 20 Minuten (Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Vance et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Bei Law und Cheing (2004) wurden die Teilnehmer während 40 Minuten behandelt und bei Palmer et al. (2014) dauerte die Einführung 30 Minuten, jedoch wurde keine Angabe gemacht wie lange die Teilnehmer TENS jeweils anwendeten.

Die Anzahl der Behandlungen lag zwischen einer einzelnen bis zu 24 Behandlungen. Bei Palmer et al. (2014) konnte die Intervention TENS beliebig oft, vor, während oder nach den Übungen, angewendet werden. Adedoyin et al. (2005) führen die Behandlung zweimal wöchentlich durch. Auch bei Mascarin et al. (2012) wurden die Studienteilnehmer zweimal wöchentlich behandelt, es wurde jedoch darauf geachtet, dass sie immer zur gleichen Zeit durchgeführt wurde. Bei zwei Studien wurden die Teilnehmer fünfmal wöchentlich mit TENS behandelt (Atamaz et al., 2012; Law und Cheing, 2004). Vance et al. (2012) verabreichten TENS lediglich einmal.

Die Behandlungen in den Studien wurden einmalig und bis zu sechs Monaten bewertet. Bei drei Studien wurde nach Studienabschluss ein Follow-up durchgeführt (Palmer et al., 2014; Atamaz et al., 2012; Law und Cheing, 2004).

In allen analysierten Studien wurden verschiedene TENS-Geräte verwendet. Bei allen sechs Studien war die Stimulationsfrequenz hoch. In vier Studien wurde ausschliesslich eine hochfrequente TENS (80-110 Hertz) angewendet (Palmer et al., 2014; Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Bei Vance et al. (2012) wurde jeweils hochfrequente und niederfrequente TENS verwendet. Um eine optimale Stimulationsfrequenz zu erreichen, wendeten Law und Cheing (2004) hochfrequente TENS, niederfrequente TENS und eine Burst-Stimulation an.

Die Impulsbreite reichte von 50 Mikrosekunden ( $\mu$ s) bis 576  $\mu$ s. Ebenfalls wurde die Intensität bei den sechs Studien unterschiedlich definiert. Bei Atamaz et al. (2012) und Law und Cheing (2004) war diese zwischen zehn und 35 Milliampere. Bei den restlichen Studien wurde diese nach subjektivem Befinden der Teilnehmer eingestellt.

Die verwendeten Elektroden der sechs Studien unterschieden sich alle in der Grösse. Diese divergierten zwischen 4.5x3.8 cm, 5x5cm und 8x6cm. Die Elektroden waren bei drei Studien selbstklebend (Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Vance et al., 2012). Law und Cheing (2004) verwendeten Gummielektroden. Die Elektroden von Adedoyin et al. (2005) waren an der Oberfläche mit nassen Fusseln bedeckt, damit eine bessere Leitfähigkeit gewährt wurde. Palmer et al. (2014) gaben nicht an welche Elektroden verwendet wurden.

Zudem wurden nicht bei allen Studien gleich viele Elektroden verwendet. Palmer et al. (2014) und Adedoyin et al. (2005) verwendeten zwei Elektroden und bei den restlichen Studien wurden jeweils vier Elektroden platziert. Die Platzierung der Elektroden unterschied sich ebenfalls. Bei drei Studien wurden diese seitlich des Kniegelenks angebracht (Palmer et al., 2014; Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Bei Vance et al. (2012) wurden die Elektroden ober- und unterhalb des Knies befestigt und bei Atamaz et al. (2012) wurden die Elektroden an der schmerzenden Stelle am Knie appliziert.

Law und Cheing (2004) verwendeten für die Platzierung die verschiedenen Akkupunkturpunkte.

Die Begleitung der Teilnehmer erfolgte bei fünf Studien von einem Physiotherapeuten (Palmer et al., 2014; Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005; Law und Cheing, 2004). Bei Vance et al. (2012) wurden die Studienteilnehmer von einem Forscher begleitet.

Das Outcome „Schmerz“ wurde in den sechs analysierten Studien mittels verschiedenen Messinstrumenten zu verschiedenen Messzeitpunkten gemessen.

Um die Schmerzen zu messen und zu evaluieren wurden hauptsächlich die visuelle Analogskala (VAS) und der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) angewendet. Bei zwei Studien verwendeten die Autoren beide Messinstrumente (Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Zwei Studien evaluierten das Outcome „Schmerz“ mit der VAS (Vance et al., 2012; Law und Cheing, 2004). Palmer et al. (2014) verwendeten lediglich den WOMAC. Atamaz et al. (2012) wendeten den WOMAC, die VAS und zusätzlich noch das Messinstrument Nottingham Health Profile (NHP) an.

Die Messungen wurden bei zwei Studien vor und nach der Behandlung durchgeführt (Mascarin et al., 2012; Vance et al., 2012). Palmer et al. (2012) führten die Messungen zu Beginn nach dem Erstassessment und in der dritten, sechsten, zwölften und 24 Woche durch. Ebenfalls zu Studienbeginn und nach dem ersten, dritten und sechsten Monat wurden die Messungen bei Atamaz et al. (2012) durchgeführt. Law und Cheing (2004) haben das Outcome vor, während (nach 20 Minuten) und nach der Behandlung (40, 60 und 100 Minuten) gemessen. In einer Studie wurde die VAS nach jeder Behandlung und der WOMAC einmal wöchentlich jeweils am zweiten Treffen der Woche gemessen (Adedoyin et al., 2005).

Die Ergebnisse zeigten in vier Studien eine signifikante Reduktion der Schmerzen.

TENS zeigt eine signifikante Schmerzlinderung auf ( $p < 0.05$ ). Einen Unterschied zwischen den Gruppen wird jedoch nicht festgestellt ( $p > 0.05$ ) (Atamaz et al., 2012).

Die VAS zeigt eine signifikante Reduktion der Schmerzen (rechtes Knie:  $p = 0.0001$  & linkes Knie  $p = 0.004$ ) durch TENS. Jedoch ist auch hier kein Unterschied zwischen TENS und Vergleichsgruppen sichtbar ( $p > 0.05$ ). Bei WOMAC zeigt sich eine signifikante Verbesserung in der TENS Gruppe ( $p < 0.05$ ) (Mascarin et al., 2012).

Ebenfalls kam es zu einer signifikanten Reduktion des Ruheschmerzes in allen drei Gruppen (HF-TENS:  $p = 0.001$ , LF-TENS:  $p = 0.01$  & Placebo TENS  $p = 0.0001$ ) bei Vance et al. (2012). Auch hier gab es keinen signifikanten Gruppenunterschied ( $p > 0.05$ ).



Die Schmerzen auf der VAS konnten auch bei Law und Cheing (2004) in der ersten Behandlungsphase bei allen Gruppen ( $p=0.000$ ) signifikant reduziert werden. Dies über den post-hoc Test 20 Minuten nach der Stimulation ( $p=0.000$ ) hinaus.

Nach einer Stunde Stimulation zeigte TENS<sub>100</sub> die grösste Schmerzlinderung ( $p=0.003$ ), gefolgt von TENS<sub>2/100</sub> ( $p=0.005$ ) und TENS<sub>2</sub> ( $p=0.042$ ). Es gab zudem eine Schmerzlinderung bei der Placebogruppe, jedoch war diese nicht signifikant ( $p=0.926$ ). Auch hier gab es keine signifikanten Gruppenunterschiede ( $p=0.117$ ).

Bei zwei Studien konnte keine signifikante Verbesserung der Schmerzen aufgezeigt werden. Palmer et al. (2014) zeigte bei allen Messungen keine signifikanten Verbesserungen

(zu Beginn  $p=0.503$ ; Woche drei  $p=0.537$ ; Woche sechs  $p=0.465$ ; Woche zwölf  $p=0.386$  Woche 24  $p=0.226$ ). Auch bei Adedoyin et al. (2005) konnte die VAS keine signifikante Schmerzlinderung nach der Behandlung in der TENS und Übungsgruppe ( $p=0.813$ ) aufweisen. Lediglich beim WOMAC zeigte sich in allen Gruppen eine signifikante Schmerzlinderung über die Behandlungsdauer hinaus ( $p<0.001$ ). Es gab jedoch auch hier keinen signifikanten Gruppenunterschied ( $p=0.241$ ).

Die genauere Präsentation der Hauptergebnisse wird in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

Autoren (Jahr)	Setting/Stichprobe	Intervention: TENS	Messinstrumente/ Messzeitpunkte	Ergebnisse zum Outcome Schmerz
Palmer et al. (2014)	Physiotherapie im Universitätsspital Bristol, England  Aktiv TENS & Kniegruppe n=73 Sham TENS & Kniegruppe n=74 Kniegruppe n=77	<u>Dauer:</u> 24 Wochen + Follow-up (nach 6 & 24 Wochen) <u>Behandlungen:</u> vor, während oder nach den Übungen <u>Dauer der Übungen:</u> einstündige Sitzung <u>Geräte:</u> TouchTENS XLY1, TensCare <u>Stimulationsfrequenz:</u> aktiv TENS 110Hertz (Hz) + Impulsbreite 50 Mikrosekunden ( $\mu$ s) <u>Intensität:</u> starke, angenehme Parästhesie <u>Elektroden:</u> 2 medial & 2 lateral des Kniegelenks <u>Standardtherapie:</u> Gruppenschulung & Übungsprogramm (6 Wochen) <u>Kontrollgruppe:</u> Sham-TENS & Kniegruppe und Kniegruppe	Messung Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) zu Beginn (nach Erstassessment) und in den Wochen 3,6,12 und 24	Keine signifikante Verbesserung der Schmerzen bei allen Messungen: Zu Beginn p=0.503; Woche 3 p=0.537; Woche 6 p=0.465; Woche 12 p=0.386 Woche 24 p=0.226
Atamaz et al. (2012)	Medizin- & Rehabilitationsabteilungen, Türkei  TENS n=37 TENS Sham n=37 Interferenzstromverfahren (IFC) n=31 IFC Sham n=35 Kurzwellendiathermie (SWD) n=31 SWD Sham n=32	<u>Dauer:</u> 3 Wochen + Follow up (nach 3 & 6 Monaten) <u>Behandlungen:</u> 5x wöchentlich (15 Behandlungen) 20 Minuten <u>Geräte:</u> Bio-stim SD-980, Endomed CV-405 & Sonopuls 492 <u>Stimulationsfrequenz:</u> TENS 80Hz <u>Intensität:</u> TENS 10-30 Milliampere <u>Elektroden:</u> 4 Oberflächenelektroden (5x5cm), auf schmerzende Stelle am Knie <u>Standardtherapie:</u> Übungsprogramm (3x wöchentlich während 3 Wochen), Anleitung Physiotherapeuten & Bildungsprogramm (Präsentation) <u>Kontrollgruppe:</u> TENS Placebo, IFC, IFC-Placebo, SWD & SWD Placebo	Messung visuelle Analogskala (VAS), Einnahme Paracetamol, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) und Nottingham Health Profile (NHP) zu Studienbeginn im ersten, dritten und sechsten Monat	TENS zeigt eine signifikante Schmerzlinderung auf ( $p<0.05$ ). Ein Unterschied zwischen den Gruppen wurde nicht festgestellt ( $p>0.05$ ).
Mascarin et al. (2012)	Universität Estadual de Campinas, Brasilien  TENS n=12 Kinesiotherapie (KIN) n=16 Ultraschall (US) n=12	<u>Dauer:</u> 12 Wochen <u>Behandlungen:</u> 2x wöchentlich (24 Behandlungen) 20 Minuten <u>Gerät:</u> Neurodyn II, Ibramed, Brazil <u>Stimulationsfrequenz:</u> TENS 100Hz <u>Intensität:</u> nach Befinden der Teilnehmer <u>Elektroden:</u> 4 selbstklebende Elektroden (5x5cm), auf medialer & lateraler Seite des Knies <u>Standardtherapie:</u> Betreute Anspannungs- & Dehnübungen der unteren Extremitäten <u>Kontrollgruppe:</u> KIN und US	Messung visuelle Analogskala (VAS) und Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) vor und nach der Behandlung	Signifikante Reduktion der Schmerzen anhand VAS (rechtes Knie $p=0.0001$ & linkes Knie $p=0.004$ ) durch TENS kein Unterschied zwischen TENS und Vergleichsgruppen ( $p>0.05$ ). Signifikante Verbesserung in TENS Gruppe beim WOMAC ( $p<0.05$ )

Vance et al. (2012)	Tertiärversorgungsklinik, USA  Hochfrequente TENS (HF-TENS) n=25 Niederfrequente TENS (LF-TENS) n=25 Placebo TENS n=25	<u>Dauer:</u> 1 Behandlung, 20 Minuten <u>Gerät:</u> Rehabicare Maxima, DJO Inc, Vista, California <u>Stimulationsfrequenz:</u> HF-TENS 100Hz + Impulsbreite 100µs & LF-TENS 4Hz + Impulsbreite 100µs <u>Intensität:</u> 10% unterhalb Schmerzgrenze <u>Elektroden:</u> 4 selbstklebende (5x5cm), ober & unterhalb des Knies <u>Kontrollgruppe:</u> Placebo TENS Stromapplikation 30 Sek & danach keine Impulse	Messung visuelle Analogskala (VAS) vor und nach der Behandlung	Signifikante Reduktion Ruheschmerz in allen drei Gruppen (HF-TENS p=0.001, LF-TENS p=0.01 & Placebo TENS p=0.0001). Kein signifikanter Gruppenunterschied (p>0.05).
Adedoyin et al. (2005)	Physiotherapie, Nigeria  TENS & Übungsgruppe n=15 Interferenzstromverfahren (IFC) & Übungsgruppe n=19 Übungsgruppe n=17	<u>Dauer:</u> 4 Wochen <u>Behandlungen:</u> 2x wöchentlich (8 Behandlungen) 20 Minuten <u>Geräte:</u> Endomed 592ID, Enraf-Nonius, Delft, the Netherlands <u>Stimulationsfrequenz:</u> TENS 80Hz + Impulsbreite 200µs <u>Intensität:</u> nach subjektivem Empfinden der Teilnehmer <u>Elektroden:</u> 2 (8x6cm), Längsrichtung, auf beiden Kniegelenkseiten <u>Standardtherapie:</u> Übungen (Velofahren, Gewichte heben) <u>Kontrollgruppe:</u> IFC & Übungsgruppe	Messung visuelle Analogskala (VAS) nach jeder Behandlung und Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) immer einmal wöchentlich (im zweiten Treffen der Woche)	Keine signifikante Schmerzlinderung nach der Behandlung in TENS & Übungsgruppe bei VAS (p=0.813) Signifikante Schmerzlinderung nach Behandlungsdauer in allen Gruppen beim WOMAC (p<0.001) Kein signifikanter Gruppenunterschied (p=0.241)
Law und Cheing (2004)	Pflegeheim, China  TENS <sub>100</sub> n=12 TENS <sub>2</sub> n=13 TENS <sub>2/100</sub> n=13 TENS <sub>PL</sub> n=10	<u>Dauer:</u> 2 Wochen + Follow-up (2 Wochen nach 10. Behandlung) <u>Behandlungen:</u> 5x wöchentlich (10 Behandlungen) 40 Minuten <u>Geräte:</u> The Han Acupoint Nerve Stimulation, model LH204H, Beijing, China <u>Stimulationsfrequenz:</u> TENS <sub>100</sub> 100Hz + Impulsbreite: 200µs TENS <sub>2</sub> 2Hz + Impulsbreite 576µs TENS <sub>2/100</sub> 2Hz für 3 Sekunden + Impulsbreite 576µs, gefolgt von 100Hz für 2,5 Sekunden + Impulsdauer 200µs <u>Intensität:</u> Angepasst auf jeden Teilnehmer, zwischen 25-35 Milliampere (kribbeln bis mildes zucken) <u>Elektroden:</u> vier Gummielektroden (4.5x3.8 cm), bei Akupunkturpunkten <u>Kontrollgruppe:</u> TENS <sub>PLACEBO</sub> Aussehen identisch wie aktive TENS, jedoch wird kein elektrischer Impuls abgegeben	Messung visuelle Analogskala (VAS) vor, während (nach 20 Minuten) und 40, 60 und 100 Minuten nach der Behandlung	Signifikante Schmerzreduktion in erster Behandlungsphase bei allen Gruppen anhand VAS (p=0.000), auch beim post-hoc Test 20 Minuten nach der Stimulation (p=0.000). Nach 1 Stunde Stimulation: TENS <sub>100</sub> grösste Schmerzlinderung (p=0.003), gefolgt von TENS <sub>2/100</sub> (p=0.005) und TENS <sub>2</sub> (p=0.042). Schmerzlinderung bei Placebogruppe bei VAS, jedoch nicht signifikant (p=0.926). keine signifikanten Gruppenunterschiede (p=0.117).

Tabelle 6: Überblick analysierte Studien

#### 4.5 Qualität und Glaubwürdigkeit der Studien

Alle analysierten Studien wurden systematisch eingeschätzt. Der Beurteilungsbogen „Beurteilung einer Interventionsstudie“ von Behrens und Langer (2010) wurde angepasst.

In allen sechs analysierten Studien wurden für die adäquate Rekrutierung der Teilnehmer (TN) angemessene Ein- und Ausschlusskriterien formuliert. Bei keiner Studie wurde eine Zufallsstichprobe gebildet.

Die adäquate Einteilung der TN in die Untersuchungsgruppe wurde bei drei Studien verdeckt durchgeführt, indem die TN bei allen drei mittels undurchsichtigen, verschlossenen Couverts in die Gruppen eingeteilt wurden (Palmer et al., 2014; Vance et al., 2012; Law und Cheing, 2004). Bei den restlichen drei Studien wurde die Einteilung nicht näher beschreiben. Deshalb ist die Einteilung der TN in die Untersuchungsgruppen nicht adäquat (Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005).

Um eine adäquate Randomisierung zu gewährleisten, wurden bei Palmer et al. (2014) die Couverts zweimal gemischt und nacheinander nummeriert. Mittels randomisierter Zuteilung einer zweistelligen Zufallsnummer führten Atamaz et al. (2012) eine adäquate Randomisierung durch. Vance et al. (2012) wählten eine blockrandomisierte Zuteilung. Die Randomisierung war auch hier bei drei Studien nicht adäquat, da die Zuteilung nicht näher beschrieben worden ist (Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005; Law und Cheing, 2004). In fünf der analysierten Studien haben mindestens 80% der TN, welche am Anfang der Studie teilgenommen haben, diese auch beendet. Wenn Ausfälle verbucht worden sind, wurden diese genauer beschrieben. Bei Palmer et al. (2014) haben nur 78% die Studie beendet. Auch hier wurden die Ausfälle beschrieben.

In allen sechs Studien wurden Therapeuten, Teilnehmer oder Untersucher verblindet. Bei vier Studien gab es bei den klinischen und demografischen Daten zu Beginn keine signifikanten Unterschiede. Bei Vance et al. (2012) gab es bei den klinischen Daten und beim Body-Mass-Index signifikante Unterschiede. Bei Adedoyin et al. (2005) unterscheidet sich die Übungsgruppe bezüglich der Geschlechterverteilung signifikant von der TENS- und IFC-Gruppe.

In allen sechs Studien wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention - gleich behandelt. Alle TN der sechs Studien wurden in der ihnen zu Beginn zugeteilten Gruppe bewertet. Bei Palmer et al. (2014) und Atamaz et al. (2012) wurde eine Intention-to-treat Analyse durchgeführt.

In vier Studien wurde eine Poweranalyse durchgeführt (Adedoyin et al., 2005; Atamaz et al., 2012; Vance et al., 2012; Palmer et al., 2014).

Jedoch wurde diese von Palmer et al. (2014) und Atamaz et al. (2012) nicht erfüllt. Bei zwei Studien wurde keine Poweranalyse durchgeführt (Mascarin et al., 2012; Law und Cheing, 2004).

Die Ergebnisse der Studie von Palmer et al. (2014) und von Law und Cheing (2004) stimmen mit den Ergebnissen von früheren Studien überein und sind vergleichbar. Bei drei Studien können die Ergebnisse nur teilweise mit früheren Ergebnissen verglichen werden. Bei Mascarin et al. (2012) stimmen die Ergebnisse mit den Ergebnissen von vorangegangenen Studien überein und sind vergleichbar. Jedoch werden hier auch Studien ohne signifikante Verbesserung erfasst. Bei Vance et al. (2012) und Adedoyin et al. (2005) können nur einzelne Teile der Ergebnisse verglichen werden. Das Kriterium der vergleichbaren Ergebnisse, konnte bei einer Studie nicht erfüllt werden, da von früheren Studien nur die Mängel, aber nicht die Ergebnisse, beschrieben wurden (Atamaz et al., 2012).

Die sechs analysierten Studien entsprechen einer mittleren bis hohen Studienqualität. Zwei Studien haben sechs von zehn Kriterien erfüllt und werden deshalb als Studien mit mittlerer Studienqualität eingeschätzt (Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Die restlichen vier Studien erfüllten acht von zehn Kriterien und entsprechen so einer hohen Studienqualität.

In der nachfolgenden Tabelle wird die Qualitätseinschätzung im Überblick dargestellt.

Autoren (Jahr)	Adäquate Rekrutierung	Adäquate Gruppeneinteilung	Adäquate Randomisierung	Follow-up/ Ausfallquote	Verblindung	Ähnlichkeit der Gruppen	Gleichbehandlung	Bewertung	Poweranalyse	Vergleichbare Ergebnisse
Palmer et al. (2014)	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
Atamaz et al. (2012)	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
Mascarin et al. (2012)	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Teilweise
Vance et al. (2012)	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Teilweise
Adedoyin et al. (2005)	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Teilweise
Law und Cheing (2004)	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja

Tabelle 7: Übersicht Qualitätseinschätzung

## 5 Diskussion

### 5.1 Diskussion der Suchstrategie und Auswahl der Studien

Um nach passender Literatur für die systematische Literaturreview zu suchen, wurden die verschiedenen pflege- und physiotherapierelevanten Datenbanken Public Medline (PubMed), The Cochrane Library (Cochrane), Cumulative index to nursing and allied health literature (Cinahl) und PEDro verwendet. Für die Beantwortung einer Forschungsfrage, ist eine sorgfältige Literaturrecherche in Online-Datenbanken unerlässlich. Eine hilfreiche Datenbank für einen Überblick über das Thema ist Pubmed. Cinahl bietet eine Plattform für Fragenstellungen rund um das Thema Pflege. Um eine hohe Qualität der Artikel zu finden, ist Cochrane miteinzubeziehen (Behrens & Langer, 2010). Durch die verschiedenen Datenbanken und deren Einbezug in die systematische Suche, war es möglich den Stand der Wissenschaft und die Forschungslücke aufzuzeigen. Für die vorliegende Arbeit wurde in den Datenbanken PubMed, Cochrane, Cinahl und PEDro von Juni bis Dezember 2014 nach passender Literatur für die Beantwortung der Forschungsfrage gesucht. Damit eine angemessene Suchstrategie angewandt werden konnte, wurden passende Schlagwörter, sogenannte MESH-Begriffe oder Cinahl Headings verwendet. Diese werden anschliessend mit Hilfe der Operatoren „AND“ und „OR“ miteinander in Verbindung gebracht (Behrens & Langer, 2010).

Die Suche in den Datenbanken war erfolgreich und es konnte gute, aktuelle und passende Literatur gefunden werden. Um ein gutes Suchergebnis mit geeigneten Studien zu erzielen, wurden in die Suchstrategie MESH-Begriffe und Cinahl Headings integriert. Die Begriffe wurden sinnvoll mit „AND“ und „OR“ verbunden.

Alle sechs analysierten Studien untersuchten in Form einer Interventionsstudie die Wirksamkeit von hochfrequenter transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) auf Schmerzen bei Patienten mit Gonarthrose. Gemäss Behrens und Langer (2010) werden Interventionsstudien als sehr relevant für die Pflegepraxis bezeichnet. Patienten und das Pflegesystem werden hier in den Mittelpunkt gestellt und es wird die Auswirkung der Intervention auf den Patienten aufgezeigt. Zudem wird dem Pflegepersonal die Gelegenheit geboten sich aktiv an der Wissenschaft zu beteiligen, indem sie einen Beitrag an die wissenschaftliche Grundlage der Pflegepraxis leisten (LoBiondo-Wood & Haber, 2005).

Da in der vorliegenden systematischen Literaturreview dem Ziel einer evidenzbasierten Pflege und Implementierung der Ergebnisse in die Pflegepraxis nachgegangen wird, scheint die Analyse von Interventionsstudien unerlässlich (Behrens & Langer, 2010; LoBiondo-Wood & Haber, 2005).

Aufgrund dessen kann davon ausgegangen werden, dass in der vorliegenden Arbeit adäquate Studien ausgewählt wurden, um die genannte Forschungsfrage gezielt zu beantworten.

## **5.2 Diskussion und Interpretation der grundlegenden Informationen der Studien**

Bei allen sechs analysierten Studien der vorliegenden systematischen Literaturübersicht handelt es sich um randomisiert kontrollierte Versuche (RCT). Randomisierung, Kontrolle und Manipulation sind die drei Merkmale von RCT's. Studien mit RCT Design werden als sogenannter „Goldstandard“ angesehen, da die Patienten bei der Randomisierung gleichmässig in Interventionsgruppe und Kontrollgruppe eingeteilt werden. Durch die Randomisierung kommt es zu einer gleichmässigen Verteilung von bekannten beziehungsweise unbekannten Einflussgrössen. Selektions-Bias werden dabei vermieden. Durch das können Vergleiche zwischen zwei oder mehreren Gruppen angestellt werden (Behrens & Langer, 2010). Aufgrund der Theorie und der ähnlichen Merkmale der einzelnen Gruppen wurde das richtige Studiendesign gewählt, um die Studien durchzuführen.

Bei den Studien wurden unterschiedliche Stichprobengrössen verwendet. Die Stichprobengrösse variierte zwischen 36 und 224 Teilnehmern. Es wird vorgeschlagen, dass die Stichprobe immer so gross als möglich sein sollte. Bei grösseren Stichproben ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Stichprobengrösse für die Population repräsentativ ist (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Laut Behrens und Langer (2010) ist die Stichprobengrösse ausreichend gewählt, wenn die Ergebnisse als signifikant angegeben werden. Bei vier der insgesamt sechs analysierten Studien waren die Ergebnisse signifikant. So kann schlussgefolgert werden, dass die Stichprobengrössen in der vorliegenden Arbeit als ausreichend gelten und somit die Ergebnisse für die Population als repräsentativ zählen. Jedoch muss angefügt werden, dass Palmer et al. (2014) die grösste Stichprobe aufwies und die Ergebnisse sich als nicht signifikant herausstellten. So kommt heraus, dass auch hier mehrere Faktoren mitspielen.

Die sechs analysierten Studien konnten alle mit dem Evidenzgrad nach Rosswurm und Larrabee (1999) eingeschätzt und mit dem Evidenzgrad I.b. eingestuft werden. Durch die Einschätzung des Evidenzgrades wird die Fähigkeit der wissenschaftlichen Aussage klinischer Studien beurteilt.



Rosswurm und Larrabee (1999) erstellten ein Klassifikationssystem, bei dem Studien mit dem Grad I.a. die höchste Evidenz und Studien mit dem Grad 4 die geringste Evidenz aufweisen (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Dadurch kann gesagt werden, dass die Studien der vorliegenden Arbeit eine hohe Evidenz zeigen.

Trotzdem müssen noch weitere Kriterien zur Beurteilung berücksichtigt werden, um die Qualität genau einzuschätzen. Deshalb wurde zusätzlich zum Evidenzgrad noch die Glaubwürdigkeit der Studien beurteilt.

Die Studien wurden in den Ländern England, Türkei, Brasilien, USA, Nigeria und China durchgeführt. Bei der nichtinvasiven, nebenwirkungsarmen und medikamentenfreien Schmerzbehandlung TENS werden Patienten mit verschiedensten Schmerzformen, auf der ganzen Welt behandelt (Sendera & Sendera, 2015). Aus diesem Grunde kann eine weltweite Aussage zur Wirksamkeit durch die Behandlungsmethode TENS gemacht werden. Es muss aber noch angefügt werden, dass das Schmerzerleben und die Verarbeitung der Schmerzen nicht nur von individuellen, sondern auch von soziokulturellen, ethischen und religiösen Einflüssen abhängig ist. Vorallem die kulturelle und ethische Zugehörigkeit hat eine grosse Einflussnahme wie Schmerz erlebt, wie er ausgedrückt und wie mit ihm umgegangen wird. Die Reaktion auf Schmerz mittels Mimik, Gestik und Aussprache ist in den meisten Kulturen ähnlich (Sendera & Sendera, 2015).

Die analysierten Studien erschienen zwischen 2004 und 2014. Bei evidenzbasierten Literaturarbeiten wird Literatur der letzten drei beziehungsweise fünf Jahre empfohlen (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). In der vorliegenden Literaturreview wurde vorwiegend Literatur der letzten drei Jahre verwendet. Jedoch wurde auch auf ältere Literatur zurückgegriffen. Und so kann gesagt werden, dass über das Thema genügend Literatur vorhanden ist um sich einen Überblick zum Thema zu verschaffen. Es ist noch auffällig, dass zwischen 2005 und 2012 sehr wenige Studien zum Thema erschienen sind.

Die grosse Menge an aktueller Literatur zum Thema Gonarthrose und transkutane elektrische Nervenstimulation zeigt, dass in diesem Gebiet sehr viel geforscht wird und viele Studien zum Thema veröffentlicht wurden. Komplementärmedizinische Therapieverfahren werden oft bei chronisch Kranken angewendet. Sie beschreiben ergänzende Massnahmen zur Verbesserung der Standardtherapien. Patienten wenden diese, aus dem Wunsch nichts unversucht zu lassen, an und hoffen so auf Symptomlinderung oder Heilung. Jedoch fehlt für viele Verfahren die Bestätigung der Wirksamkeit mittels kontrollierten Studien (Beuth, 2011). Aus diesem Grunde kann aufgezeigt werden, dass weiterhin auf die komplementäre Therapie gesetzt werden sollte und dass vermehrt Studien zum Thema gemacht werden sollten.

### 5.3 Diskussion der Hauptergebnisse

Vier der Studien wurden im Voraus von der Ethikkommission genehmigt und bei fünf Studien unterschrieben die Teilnehmer eine informierte Zustimmung beziehungsweise Einwilligungserklärung. Durch die Genehmigung der Ethikkommission wird sichergestellt, dass die ethischen Richtlinien und Grundsätze eingehalten werden und die Teilnehmer so geschützt werden. Hierbei werden den Teilnehmern die Risiken der Teilnahme aufgezeigt, auch wird ihnen gewährleistet dass die Auswahl unparteiisch stattfindet und dass eine informierte Zustimmung eingeholt wird, um die freiwillige Teilnahme zu garantieren (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Bei einer Studie wurde die Genehmigung der Ethikkommission nicht beschrieben (Law und Cheing, 2004). Und bei einer Studie unterschrieben die Teilnehmer lediglich eine Einwilligungserklärung, wobei keine Angaben zu der Genehmigung durch eine Ethikkommission gemacht wurde (Vance et al., 2012). Es kann aber davon ausgegangen werden, dass bei der Studie von Law und Cheing (2004) die Prinzipien der Ethik eingehalten wurden, da bei der Veröffentlichung von Studien die ethischen Richtlinien eingehalten werden müssen (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). Aus diesem Grunde kann schlussgefolgert werden, dass bei allen sechs analysierten Studien die Aspekte der Ethik eingehalten worden sind.

In den sechs analysierten Studien wurde die Wirksamkeit von hochfrequenter transkutane elektrischer Nervenstimulation (TENS) auf Schmerzen bei Gonarthrose untersucht. Die Gonarthrose gilt als die weltweit häufigste Gelenkserkrankung. Die Prävalenz einer Gonarthrose liegt bei 20 Jährigen etwa bei 9% und bei 70 Jährigen bei 90% (Räuchle, Cemerka, Eibenberger, & Breitenseher, 2012). Durch die Gonarthrose wird die Lebensqualität der Patienten beeinträchtigt und führt so zu einer finanziellen Belastung des Gesundheitswesens (Wildi, 2013). Das Hauptsymptom der Gonarthrose ist Schmerz anfänglich unter Belastung – später auch im Ruhezustand (Anders et al., 2014). Beim Schmerzmanagement liegt die Aufgabe der Pflegenden darin, komplementäre Therapieverfahren, wie zum Beispiel die transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS), anzuwenden. Bei TENS werden elektrische Impulse mittels einer Apparatur auf die Haut übertragen. Diese Impulse werden über das periphere Nervensystem übertragen und wirken so schmerzlindernd. TENS kann breit und über Monate bis Jahre angewendet werden, ist effektiv und wirtschaftlich (Thomm, 2011). Bei vier Studien konnte eine signifikante Linderung der Schmerzen beziehungsweise Verminderung der Schmerzintensität nachgewiesen werden. Bei einer Studie zeigte hochfrequente TENS keine Schmerzlinderung (Palmer et al., 2014).

Bei einer analysierten Studie konnte nur ein Messinstrument signifikante Verbesserungen der Schmerzen aufzeigen (Adedoyin et al., 2005).

So kann schlussgefolgert werden, dass hochfrequente TENS als Therapie bei Schmerzen bei einer Gonarthrose wirksam ist.

Fünf Studien wurden in medizinischen Einrichtungen abgeschlossen. Die analysierte Studie von Mascarin et al. (2012) wurde an einer Universität durchgeführt. TENS wird oft als ambulante Therapie in einer Physiotherapie durchgeführt. Zudem hat sie den Vorteil, dass die Intervention von zuhause aus angewendet werden kann (Thomm, 2011). So können sich Patienten aktiv an der Therapie beteiligen (Gschiel et al., 2010). Es kommt dazu, dass Patienten mehr Autonomie haben und dadurch die Lebensqualität, das Selbstwertgefühl, das Selbstvertrauen und die Selbstsicherheit verbessern können (Teasdale, 2002). In den analysierten Studien wurde die TENS in medizinischen Settings und nicht zuhause durchgeführt. Somit kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Teilnehmer durch Zuwendung und Begleitung zusätzlich therapiert worden sind.

In jeder der sechs Studien führte jeweils eine Gruppe ausschliesslich TENS neben der Standardtherapie durch. In drei Studien wurde ein Übungsprogramm als Standardtherapie angewendet. Palmer et al. (2014) und Atamaz et al. (2012) führten neben dem Übungsprogramm noch eine Gruppenschulung beziehungsweise ein Bildungsprogramm durch, während Masacrin et al. (2012) eine Bewegungstherapie veranlasste. Um einen raschen, progredienten Verlauf einer Gonarthrose zu verhindern, ist auf eine ausgewogene, ballaststoffreiche, fettarme, kohlenhydrat- und eiweissreiche Ernährung zu achten. Zudem sollte der Patient Übergewicht reduzieren (Jerosch, Heisel, & Imhoff, 2007). Regelmässige Übungen, Bewegungs- und Physiotherapie sind bei der Behandlung von Gonarthrose nicht wegzudenken (Gumpert et al., 2014). Da bei den drei Studien diese ergänzenden Massnahmen durchgeführt worden sind, kann schlussgefolgert werden, dass nicht ausschliesslich TENS zu einer Schmerzlinderung geführt hat.

Die einzelnen Kontrollgruppen bestanden bei zwei analysierten Studien aus einer Placebo Gruppe. Die TENS-Placebogruppen erhielten ebenfalls ein TENS-Gerät, dass visuell identisch wie die aktiven TENS Geräte funktionierten, jedoch wurden diese vorgängig manipuliert, indem die Elektronik unterbrochen wurde und so keine elektrischen Impulse abgegeben wurden. Es konnte bei beiden Studien kein signifikanter Unterschied zwischen aktiv TENS und Placebo-TENS bezüglich Wirkung festgestellt werden (Vance et al., 2012; Law und Cheing, 2004). Atamaz et al. (2012) führten Placebo-TENS, Interferenzstromverfahren und Kurzwellendiathermie durch.

Die Teilnehmer der Studie Palmer et al. (2014) führten neben der Placebo TENS auch noch Knieübungen durch. Auch hier konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der Wirkung von aktiv TENS und Placebo TENS aufgezeigt werden. Placebo beschreibt einen Effekt, welcher nichtpharmakologische oder pharmakologisch inaktive Stoffe in der Therapie auslöst (Bernateck et al., 2009).

Placebomechanismen können die Wirkung von Analgetika komplementieren und so eine wirksamere, nebenwirkungsärmere Therapie der Schmerzen ermöglichen. Placebomechanismen lassen sich auf verschiedene Arten zurückführen. Es kann zu einer Erwartungshaltung des Patienten kommen, indem er eine positive Erwartung auf Befindlichkeit und Erkrankung hat und dadurch körperliche Prozesse positiv beeinflusst. Zudem können Lernprozesse die Placebowirkung verstärken. Wenn ein neutraler Reiz, zum Beispiel das Aussehen einer Tablette, regelmässig mit einem pharmakologisch wirksamen Präparat kombiniert wird, kann nach wiederholter Kombination auch eine Wirkung durch das wirkstofffreie Präparat erzielt werden. Zudem spielt die Beziehung und der Kontakt zwischen Patient und Arzt beziehungsweise Behandelndem eine zentrale Rolle (Bingel, 2014). So kann nicht ausgeschlossen werden, dass die bestehenden Studienergebnisse durch die Placebowirkung beeinflusst worden sind.

In zwei Studien wurden von den Teilnehmern der Kontrollgruppen Interferenzstromverfahren, Kurzwellendiathermie, Kinesiotherapie, Ultraschall und isometrische Übungen durchgeführt (Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Bei Mascarin et al. (2012) konnte kein signifikanter Unterschied der Wirkung von TENS sowie Kinesiotherapie und Ultraschall gezeigt werden. Auch bei Adedoyin et al. (2005) konnte kein zusätzlicher Effekt von TENS sowie Interferenzstromverfahren und Übungen festgestellt werden. Die komplementären Therapien bei Gonarthrose sind sehr wichtig. Sie haben den Vorteil, dass Beschwerden verbessert, eine Schmerzlinderung hervorgerufen, die Belastungsfähigkeit und die Körperfunktionen erhalten werden (Bernateck et al., 2014). Die obengenannten Methoden und zusätzlich noch Massagen, Kryotherapie sowie Wärmetherapie gehören zu den physikalischen Therapien und Verfahren (Langenegger & Forster, 2013). Da bei den Studien unterschiedliche Therapien angewendet wurden, kann die exakte Wirksamkeit bei keiner komplementären Massnahme nachgewiesen werden.

Die Behandlungen mit TENS wurden in den sechs Studien unterschiedlich lange durchgeführt. Palmer et al. (2014) behandelten die Teilnehmer während einer Stunde. In vier Studien dauerte die Behandlung jeweils 20 Minuten (Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Vance et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Und bei Law und Cheing (2004) war der Behandlungszeitraum bei 40 Minuten festgelegt.

Bei Law und Cheing (2004) konnte die VAS in der ersten Behandlungsphase und 20 Minuten nach der Stimulation signifikant reduziert werden. Bei chronischen Schmerzen wird empfohlen, die Behandlung während einer Dauer von 20-30 Minuten durchzuführen (Thomm, 2011). Bei fünf analysierten Studien wurde die Behandlung zwischen 20 und 40 Minuten angewendet. Bei Palmer et al. (2014) wurde nicht angegeben wie lange die Teilnehmer TENS anwendeten. Deshalb kann keine gültige Angabe über eine effektive Dauer der Behandlung gemacht werden. Es ist aber anzufügen, dass bei den Behandlungen während 20 oder 40 Minuten kein Unterschied zwischen TENS und den Kontrollgruppen besteht.

Die Behandlungsanzahl variierte zwischen einer einzelnen und 24 Behandlungen. Die Gesamtdauer der Studien lag bei einem Tag bis sechs Monaten. Bei Vance et al. (2012) und Law und Cheing (2004) konnte eine signifikante Schmerzlinderung unmittelbar nach einer Behandlung mit TENS gezeigt werden. Zudem zeigte sich bei Law und Cheing (2004) eine Langzeitwirkung der TENS Therapie. Mascarin et al. (2012) und Atamaz et al. (2012) konnte erst nach mehreren Behandlungen eine Wirkung durch TENS aufgezeigt werden. Zwei Studien zeigten keine signifikante Schmerzlinderung durch TENS auf (Palmer et al., 2014; Adedoyin et al., 2005). Die Anwendungsdauer variiert zwischen 20 bis 30 Minuten (Agarwal-Kozlowsky, 2013). Die analgetische Wirkung durch TENS kann durch verschiedene Mechanismen erläutert werden. Die Reizung durch die elektrischen Impulse führt zu einer Unterdrückung der schmerzleitenden Fasern. So kann der Effekt innerhalb einiger Minuten eintreten und noch 20-30 Minuten nach der Stimulation wirken. Durch die Freisetzung von Neurotransmittern, wie zum Beispiel Endorphin wird eine analgetische Wirkung freigesetzt, welche bis zu Stunden anhalten kann. TENS kann zusätzlich das nozizeptive System mittels einer leicht schmerzhaften Stimulation entsensibilisieren (Disselhoff, 2006). Trotz dieser Theorien muss angefügt werden, dass auch eine Wirkung nach mehr als 30 Minuten eingetreten ist. Die langanhaltende Wirkung wird durch die Entsensibilisierung des nozizeptiven Systems erklärt. Zudem wird schlussgefolgert, dass nach zwei Wochen Stimulation mittels hochfrequenter TENS eine Schmerzlinderung festgestellt wurde.

Die Behandlungen wurden in fünf Studien einmalig (Vance et al., 2012) oder zweimal (Adedoyin et al., 2005; Mascarin et al., 2012), beziehungsweise fünfmal wöchentlich (Atamaz et al., 2012; Law und Cheing, 2004) durchgeführt. Bei Palmer et al. (2014) konnten die Teilnehmer TENS beliebig oft vor, während oder nach den Übungen anwenden. Die Behandlung mittels TENS sollte ein- bis viermal täglich angewendet werden (Agarwal-Kozlowsky, 2013).

Wenn die tägliche Anwendung nicht möglich ist, sollte mindestens dreimal wöchentlich eine Behandlung durchgeführt werden (Gessler, 2010). Bei vier der vorliegenden Studien wurde TENS lediglich zweimal beziehungsweise fünfmal wöchentlich angewendet. Nur bei Palmer et al. (2014) kann es sein, dass TENS öfter angewendet wurde. Daher kann schlussgefolgert werden, dass auch bei einer Behandlung mit einem kürzeren Intervall ein positiver Effekt der Schmerzlinderung nachgewiesen werden kann.

In den analysierten Studien wurden verschiedene TENS-Geräte verwendet. Die Geräte für die TENS Intervention lassen sich alle bezüglich Stromfrequenz Intensität und Impulsbreite individuell einstellen.

Auf dem Markt gibt es sehr viele verschiedene TENS-Geräte, von unterschiedlichen Herstellern, bei welchen die Parameter verschieden einstellbar sind (Hatzenbühler, Fresenius, Heck, & Benrath, 2007). Die unüberschaubare Menge an TENS-Geräten unterscheidet sich lediglich in der Ausstattung, der Zweckmässigkeit und dem Preis (Gessler, 2010). Da in den vorliegenden Studien verschiedene TENS-Geräte zum Einsatz kamen, kann es sein, dass der Effekt durch die TENS-Geräte beeinflusst worden ist. Es ist aber noch anzufügen, dass sich die Wirkung durch die verschiedenen Geräte nicht unterscheidet.

Bei allen sechs Studien wurde eine hohe Stimulationsfrequenz gewählt. In vier Studien wurde ausschliesslich hochfrequente TENS, mit einer Stimulation von 80-110 Hertz, verwendet (Palmer et al., 2014; Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). In einer Studie wurde hoch und niederfrequente TENS angewendet (Vance et al., 2012). Law und Cheing (2004) wendeten, um eine optimale Stimulationsfrequenz zu erreichen, hochfrequente beziehungsweise niederfrequente TENS und eine Burst-Stimulation an. Es konnte in vier Studien eine signifikante Schmerzlinderung aufgezeigt werden.

Frequenzen ab 50 Hertz können bei den meisten Patienten verwendet werden. Diese haben eine tonussteigernde Wirkung und rufen angenehme Kontraktionen hervor. Pro Behandlung sollten mindestens 20 Kontraktionen ausgelöst werden (Gessler, 2010). Mit hochfrequenten TENS-Stimulationen werden A $\beta$ -Fasern von peripheren Nerven stimuliert. Hierbei werden inhibitorische Mechanismen im Hinterhorn des Rückenmarks aktiviert, wodurch Schmerzimpulse unterdrückt, beziehungsweise verringert werden. Ebenfalls werden bei niederfrequenten TENS-Stimulationen (1-4 Hertz) kutane A $\beta$ -Fasern von peripheren Nerven stimuliert. Gleich wie bei der hochfrequenten Stimulationsfrequenz werden Schmerzimpulse auf Rückenmarksebene unterdrückt. Eine zusätzliche Wirkung zeigt die Freisetzung von Endorphinen (Hatzenbühler et al., 2007).

Mit einer Grundfrequenz von 1-4 Hertz und einer inneren Frequenz von 50-100 Hertz werden Patienten bei der Burst-Stimulation behandelt. Bei dieser Art der Stimulation kommt es zu einer Aktivierung des Endorphinsystems (Agarwal-Kozlowsky, 2013). Aufgrund dessen, dass kein Unterschied bezüglich der Wirksamkeit zwischen den verschiedenen Stimulationsfrequenzen festgestellt werden konnte, kann schlussgefolgert werden, dass sowohl hoch- wie niederfrequente TENS und Burst-Stimulationen zu einer Schmerzlinderung führen können.

Die Impulsbreite reichte in fünf Studien von 50 Mikrosekunden ( $\mu$ s) bis 576 ( $\mu$ s). In einer Studie wurde keine Impulsbreite angegeben (Atamaz et al., 2012). Damit ein myelinisierter Nerv stimuliert werden kann, braucht es eine gewisse Impulsbreite. Die Impulsbreite wird üblicherweise zwischen 100 und 250  $\mu$ s angegeben (Gessler, 2010). In der vorliegenden Arbeit kann keine Empfehlung bezüglich Impulsbreite abgegeben werden. In der Studie von Law und Cheing (2004) wurden die Teilnehmer mit einer Impulsbreite von 576  $\mu$ s behandelt. Das Ergebnis charakterisiert keinen Unterschied zu den anderen Ergebnissen der analysierten Studien.

Ebenfalls wurde die Intensität in den Studien unterschiedlich definiert. Die Intensität war bei zwei Studien zwischen zehn und 35 Milliampere (Atamaz et al., 2012; Law und Cheing, 2004). Bei den restlichen Studien wurde die Intensität nach dem subjektiven Befinden der Teilnehmer eingestellt. Um eine genaue Dichte des Stroms bei Nervenfasern zu erreichen, wird eine Stromstärke von zehn bis 60 Milliampere empfohlen. Die Stärke ist abhängig von der Distanz zwischen Haut und zu aktivierendem Nerv. Dicke Nervenfasern weisen niedrigere Erregungsschwellen als dünne Nervenfasern auf. Je kürzer die Pulsdauer, desto stärker muss die Intensität des Stromes sein (Gessler, 2010). Aufgrund der Theorie kann aufgezeigt werden, dass verschiedene Intensitäten einen Einfluss nehmen auf die Wirksamkeit von TENS. Auch bei Studien welche tiefere Intensitäten gewählt haben, konnte eine signifikante Wirksamkeit aufgezeigt werden. Es wurde in der vorliegenden Arbeit TENS Stimulationen mit einer hohen Frequenz gewählt. Jedoch sollten in Zukunft vermehrt Studien durchgeführt werden, welche in Bezug auf die verschiedenen Einstellungsparameter noch homogener sind.

Die verwendeten Elektroden in den sechs analysierten Studien unterschieden sich alle in ihrer Grösse. Die Grösse divergierte zwischen 4.5x3.8 cm, 5x5 cm und 8x6cm. In der Literatur wird angegeben, dass die Hautelektroden eine Mindestgrösse von zehn bis 15 cm<sup>2</sup> aufweisen sollten, damit die notwendige Stromdichte im Gewebe erhalten bleibt (Gessler, 2010). Da bei allen analysierten Studien die Mindestgrösse der Elektroden eingehalten worden ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Elektroden gut ausgewählt wurden und die Schmerzen signifikant reduziert werden konnten.

Die in den Studien verwendeten Elektroden waren bei drei analysierten Studien selbstklebend (Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Vance et al., 2012). Bei einer Studie wurden Gummielektroden verwendet (Law und Cheing, 2004). Die Elektroden von Adedoyin et al. (2005) waren an der Oberfläche mit nassen Fusseln bedeckt, um eine bessere Leitfähigkeit zu gewährleisten. Palmer et al. (2014) haben keine Angaben zu den verwendeten Elektroden gemacht. Damit laut Thomm (2011) Stromimpulse auf die Haut geleitet werden können, werden stromleitende, bewegliche, dünne Gummiplatten benötigt. Diese sind auf der einen Seite mit einem Gel überzogen. Über die Elektroden werden elektrische Impulse mittels einer Apparatur durch die Haut auf das periphere Nervensystem übertragen (Gessler, 2010). Durch elektrische Reize kommt es zu einer Gegenirritation. So werden die Nervenfasern gehindert Schmerzreize weiterzuleiten (Reichert, 2007). Ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Reizübertragung spielt der Widerstand der Haut. Dieser ist von verschiedenen Faktoren wie der Temperatur, der Durchblutung, der Grösse der Elektroden und des Charakters des leitenden Gels abhängig. Der Elektroden-Hautwiderstand kann durch elektrolythaltige Kontaktcremes herabgesetzt werden. Besonders bewährt haben sich Gummielektroden, da sie einen gewissen inneren Widerstand aufweisen und so für eine gleichmässige Verteilung des Stroms auf die Elektrodenoberfläche sorgen (Gessler, 2010). Es kann schlussgefolgert werden, dass die Art der Elektroden keinen Einfluss auf die Wirksamkeit von TENS hat. Dies aufgrund dessen, dass es bei vier Studien, bei welchen Gummielektroden und selbstklebenden Oberflächenelektroden verwendet worden sind, zu einer signifikanten Schmerzlinderung kam.

Es wurden nicht in allen analysierten Studien gleich viele Elektroden verwendet. Bei zwei Studien wurden jeweils zwei Elektroden angewendet (Palmer et al., 2014; Adedoyin et al., 2005). Bei den restlichen vier Studien wurden vier Elektroden verwendet. Die Anzahl der Elektroden variiert je nach Muskelgrösse. Es wird aber aufgezeigt, dass immer mindestens zwei Elektroden verwendet werden sollten (Hüter-Becker & Dölken, 2007). Da bei den analysierten Studien immer mindestens zwei Elektroden verwendet wurden, kann aufgezeigt werden, dass die Elektrodenzahl richtig gewählt worden ist, um eine signifikante Schmerzlinderung hervorzurufen. Es ist aber anzufügen, dass es in den Studien bei denen nur zwei Elektroden verwendet wurden, zu keiner signifikanten Schmerzlinderung gekommen ist. So stellt sich die Frage, ob mehr als zwei Elektroden zu einer besseren Wirksamkeit führen würden.

Ebenfalls unterschied sich die Platzierung der einzelnen Elektrode in den Studien. Bei drei Studien wurden die Elektroden seitlich des Kniegelenks angebracht (Palmer et al., 2014; Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Bei einer Studie wurden die Elektroden ober- und unterhalb des Knies angebracht (Vance et al., 2012).



Bei Atamaz et al. (2012) platzierte man die Elektroden an der schmerzenden Stelle am Knie. Law und Cheing (2004) platzierten die Elektroden an den verschiedenen Akkupunkturpunkten. Die verwendeten Elektroden sollten im Faserverlauf auf dem Muskel zu liegen kommen. Zudem ist anzufügen, dass jeweils eine auf dem Muskelreizpunkt und die andere proximal des Muskelreizpunktes platziert wird (Hüter-Becker & Dölken, 2007). Trotz der unterschiedlichen Platzierungen konnte in vier Studien eine signifikante Schmerzlinderung aufgezeigt werden. Es ist zudem anzufügen, dass die Elektroden in zwei Studien identisch platziert worden sind und es bei einer Studie zu einer signifikanten Schmerzlinderung kam. Bei der anderen Studie konnte keine signifikante Schmerzlinderung aufgezeigt werden. So kann davon ausgegangen werden, dass die Platzierung der einzelnen Elektroden keinen Einfluss auf eine Wirkung durch TENS haben.

Die Intervention mit TENS wurde in verschiedenen Orten von verschiedenen Berufsgruppen durchgeführt. In fünf Studien wurden die Teilnehmer von einem Physiotherapeuten betreut (Palmer et al., 2014; Atamaz et al., 2012; Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005; Law und Cheing, 2004). Bei der Studie von Vance et al. (2012) wurden die Teilnehmer von einem Forscher begleitet. Durch die TENS Therapie wird die Selbstständigkeit und Eigenverantwortung des Patienten unterstützt (Thomm, 2011). Unter dem Konzept Empowerment steht die Selbstbefähigung im Mittelpunkt. So können Patienten eigene Handlungs- und Entscheidungsspielräume festlegen und werden dadurch motiviert (Tewes, 2015). Zu diesem Motivationspunkt kann jedoch nicht viel gesagt werden, da die TENS-Behandlungen immer von verschiedenen Personen durchgeführt wurde.

Das Hauptoutcome „Schmerz“ wurde in den sechs analysierten Studien mit verschiedenen Messinstrumenten zu verschiedenen Messzeitpunkten gemessen. Um die Messung und anschließende Evaluation der Schmerzen durchzuführen, wurden hauptsächlich die visuelle Analogskala (VAS) und der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) angewendet. Bei zwei Studien wurden beide genannten Messinstrumente verwendet (Mascarin et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). In zwei Studien verwendeten die Autoren die VAS (Vance et al., 2012; Law und Cheing, 2004). Palmer et al. (2014) verwendeten den WOMAC, während Atamaz et al. (2012) die VAS, den WOMAC und zusätzlich noch das Messinstrument Nottingham Health Profile (NHP) angewendet haben.

Patienten deuten auf Schmerzen meistens mit mehreren, oft verbalen, Kennzeichen hin (Heuwinkel-Otter et al., 2011). Schmerzen werden als subjektiv bezeichnet und deshalb gehört zu einer effektiven Schmerztherapie die Erfassung der subjektiven Intensität des Schmerzes dazu (Thomm, 2011).

Hierfür gibt es eindimensionale Skalen, wie zum Beispiel die VAS. Es wird die Intensität der Schmerzen anhand Zahlen oder vorformulierten Aussagen gemessen (Menche & Brandt, 2013). Da bei fünf Studien für die Messung und Evaluation der Schmerzen das gleiche Messinstrument, nämlich die VAS, verwendet worden ist, konnten die Ergebnisse gut verglichen werden. Neben den eindimensionalen Skalen müssen hier auch die mehrdimensionalen Skalen erläutert werden. Neben der Intensität erfassen diese Skalen auch die Lokalisation und Qualität der Schmerzen und zudem erfassen sie schmerzlindernde Massnahmen (Menche & Brandt, 2013). Mehrdimensionale Skalen arbeiten mit Schmerzfragebögen und Schmerztagebüchern. So gehören der WOMAC und das NHP zu den mehrdimensionalen Skalen (Thomm, 2011). Die in den Studien verwendeten Messinstrumente gelten alle als reliabel und valide (Steudter & Bischofberger, 2011). Die Validität beschreibt, ob das verwendete Messinstrument auch das misst, was das Instrument messen soll. Die Reliabilität zeigt auf, ob das Instrument bei wiederholten Messungen immer die gleichen Ergebnisse zeigt.

Damit die Befunde gültig sind, müssen Messinstrumente valide und reliabel sein (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). So kann bei der vorliegenden Arbeit aufgezeigt werden, dass die Resultate gültig sind, da alle Messinstrumente valide und reliabel sind.

#### **5.4 Diskussion der Qualität der Studien**

Bei keiner der sechs analysierten Studien wurde eine Zufallsstichprobe gebildet. LoBiondo-Wood und Haber (2005) beschreiben, dass bei Zufallsstichproben die Teilnehmer durch ein spezifisches Auswahlverfahren in die Stichproben eingeteilt werden. Hierbei wird jedem Element die identische Chance gewährt in die Stichprobe zu kommen. Da dieses Verfahren aber sehr zeitaufwändig und nicht effektiv ist, kann es zusätzlich zu der Formulierung von Ein- und Ausschlusskriterien kommen. Durch diese Kriterien wird eine bestimmte Population durch den Forscher bestimmt und er kann allgemeine Aussagen über die Population machen (LoBiondo-Wood & Haber, 2005). In den sechs analysierten Studien wurden überall vorformulierte, angemessene Ein- und Ausschlusskriterien definiert und so kann schlussgefolgert werden, dass die Stichprobe repräsentativ ist.

Insgesamt haben in den sechs analysierten Studien 469 Frauen und 167 Männer teilgenommen. Diehl et al. (2013) geben an, dass Frauen ein grösseres Risiko haben an einer Gonarthrose zu erkranken. Frauen ab dem 55. Lebensjahr sind häufiger und meistens auch schwerer von der Erkrankung betroffen als Männer (Räuchle et al., 2012).

Es ist zudem wichtig zu erwähnen, dass Frauen und Männer dieselbe Erkrankung unterschiedlich auffassen und verschiedene Erfahrungen schildern (Herceg, 2013).

Das Gesundheits- und Krankheitsverhalten, die Verarbeitung von Belastungen, die Körperwahrnehmung aber auch die Motivation für Behandlungen unterscheidet sich stark zwischen den beiden Geschlechtern Frau und Mann (Herceg, 2013). Aufgrund der Tatsache, dass in den Studien klar mehr Frauen als Männer teilgenommen haben, muss die Übertragung der Ergebnisse auf Männer mit Vorsicht erfolgen.

In drei Studien wurden die Teilnehmer adäquat mittels verdeckter Zuteilung per undurchsichtigen, verschlossenen Couverts in die Untersuchungsgruppen eingeteilt (Palmer et al., 2014; Vance et al., 2012; Law und Cheing, 2004). Damit die Gruppenzugehörigkeit der Teilnehmer nicht absehbar ist, wird eine verdeckte Zuteilung durchgeführt. Zusätzlich können so Selektions-Bias minimiert werden (Behrens & Langer, 2010). Bei den restlichen drei Studien wurde die Einteilung in die jeweilige Gruppe nicht näher erläutert. Es kann also nicht ausgeschlossen werden, dass Selektionsbias aufgetreten sind und so die Resultate verfälscht wurden.

Bei drei der analysierten Studien wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt. Bei Palmer et al. (2014) wurden die Couverts zweimal gemischt und nacheinander nummeriert.

Mittels randomisierter Zuteilung einer zweistelligen Zufallsnummer wurden die Teilnehmer bei Atamaz et al. (2012) den Gruppen zugeteilt. Bei Vance et al. (2012) wurde die Randomisierung per Blockrandomisierung durchgeführt. Bei den restlichen drei Studien wurde die Zuteilung nicht näher beschrieben. LoBiondo-Wood und Haber (2005) sprechen von einer Randomisierung, wenn bei jedem Teilnehmer die gleiche Chance besteht in einer der Gruppen zugeteilt zu werden. Durch die randomisierte Einordnung in die Untersuchungsgruppen werden Verfälschungen ausgeschlossen und die Stichprobe wird als repräsentativ angesehen. Auch hier können Verfälschungen der Untersuchungsgruppe nicht ausgeschlossen werden, da die Randomisierung in drei Studien nicht als adäquat angesehen werden kann.

In allen Studien welche in die Analyse eingeschlossen wurden, wurden Therapeuten, Teilnehmer oder Untersucher verblindet. Die Verblindung wird verwendet, um Performance Bias, welche bei Interventionsstudien auftreten können, zu minimieren. Zudem ist die Möglichkeit geringer, dass Teilnehmer die Resultate verfälschen, wenn weniger Personen die Einteilungen der Gruppen kennen. Es kann sein, dass sich Teilnehmer bewusst oder unbewusst anders verhalten und dass es zu Beobachter-Bias kommt, indem die Therapeuten den Erfolg der Therapie vorzeitig einschätzen (Behrens & Langer, 2010).

In zwei Studien wurde eine einfache Verblindung durchgeführt, in drei Studien wurden die Teilnehmer und die Untersucher verblindet und in einer Studie kam es zur Verblindung von Teilnehmern, Therapeuten und Untersucher. So kann schlussgefolgert werden, dass es zu einer Minimierung von Performance und Beobachter-Bias kam.

In fünf Studien konnte ein Follow-up von mehr als 80 Prozent angegeben werden und es kam jeweils zu einer Begründung der Ausfallquote. Die Glaubwürdigkeit von Interventionsstudien kann durch das Follow-up beeinflusst werden. Ausfälle wirken sich negativ auf die Resultate der Studie aus und so wird angegeben, dass in diesem Fall ein hohes Follow-up von Bedeutung ist. Bei einem Follow-up von über 80 Prozent wird von einer guten Studienqualität ausgegangen. So kann bei der vorliegenden Arbeit gesagt werden, dass es sich um Studien mit einer guten Studienqualität handelt, da nur eine Studie das Follow-up von 80 Prozent knapp nicht erreicht hat.

Bei vier Studien wurden zu Beginn keine signifikanten Unterschiede bezüglich klinischen und demografischen Daten festgestellt. Bei einer Studie gab es signifikante Unterschiede bei den klinischen Daten und beim Body-Mass-Index (Vance et al., 2012). Bei Adedoyin et al. (2005) unterschied sich die Kontrollgruppe signifikant von den zwei Interventionsgruppen bezüglich Geschlechterverteilung. Klinische und demografische Daten können eine Auswirkung auf das Resultat haben (Behrens & Langer, 2010). Eine homogene Stichprobe kann Verfälschungen aufgrund der Auswahl der Stichprobe reduzieren (LoBiondo-Wood & Haber, 2005).

Da bei vier Studien keine signifikanten Unterschiede bezüglich klinischen und demografischen Daten festgestellt werden konnten, kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse nicht durch die klinischen und demografischen Daten beeinflusst beziehungsweise verfälscht wurden.

In allen Studien wurden die Teilnehmer der Untersuchungsgruppen - abgesehen von der Intervention - gleich behandelt. Es kann zu Performance-Bias kommen, wenn die Bedingungen der Untersuchungen unterschiedlich sind (Behrens & Langer, 2010). Da die Teilnehmer von allen Studien, abgesehen von der Intervention, gleich behandelt worden sind, kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse der Studien durch keine sonstigen Massnahmen verfälscht wurden.

Bei vier Studien wurden die Teilnehmer in der ihnen initial zugeteilten Gruppe bewertet, da es zu keinem Wechsel der Teilnehmer in eine andere Untersuchungsgruppe kam. Bei zwei Studien wurde eine Intention-to-Treat Analyse durchgeführt (Palmer et al., 2014; Atamaz et al., 2012). Durch einen Wechsel der Teilnehmer in eine andere Untersuchungsgruppe kann die Randomisierung aufgelöst werden. Aufgrund dessen kann es zu einer Verzerrung des Effekts der Intervention kommen und es besteht die Gefahr von Attritions-Bias (Behrens & Langer, 2010).

Diese entstehen wenn systematische Differenzen bezüglich den Teilnehmern bestehen, welche die Studie abgebrochen beziehungsweise die Gruppe gewechselt haben (Behrens & Langer, 2010). Es kann davon ausgegangen werden, dass das Risiko von Attritions-Bias vermindert werden konnte, da es bei zwei Studien zu einem Wechsel kam und daraufhin eine Intention-to-Treat Analyse durchgeführt wurde.

In vier Studien kam es zu einer Durchführung einer Poweranalyse, jedoch konnte diese nur von zwei Studien erfüllt werden (Vance et al., 2012; Adedoyin et al., 2005). Bei zwei Studien war nicht ersichtlich, ob eine Poweranalyse durchgeführt wurde (Mascarin et al., 2012; Law und Cheing, 2004). Um einen Effekt einer Massnahme der Pflege, in Bezug auf die Intervention nachzuweisen, müssen bei Interventionsstudien die Stichproben ausreichend gross sein. Bei zu kleinen Stichproben kann erst ab einer Effektgrösse von  $>0,8$  ein Unterschied zwischen den Gruppen sichergestellt werden. Da bei zwei Studien die Poweranalyse erfüllt wurde und bei einer weiteren die Effektgrösse  $>0,8$  war (Atamaz et al., 2012) kann schlussgefolgert werden, dass die Effekte welche beobachtet wurden auf die Intervention TENS begründet werden. Bei den restlichen drei Studien kann nicht anschaulich gezeigt werden, ob die Effekte auf TENS zurückzuführen sind.

Die Studienergebnisse von Palmer et al. (2014) und von Law und Cheing (2004) stimmen mit den Ergebnissen von früheren Studien überein und sind vergleichbar. Bei den restlichen drei Studien sind die Ergebnisse nur teilweise mit früheren Studienergebnissen vergleichbar.

Bei Mascarin et al. (2012) stimmen die Ergebnisse überein, jedoch werden auch Studien ohne signifikante Verbesserung der Schmerzen erfasst. Bei Vance et al. (2012) und Adedoyin et al. (2005) können nur einzelne Teile der Studienergebnissen verglichen werden. Atamaz et al. (2012) beschreiben von früheren Studien nur die Mängel und nicht die Ergebnisse. Durch deckungsgleiche Ergebnisse von früheren Studien wird die Glaubwürdigkeit einer Forschung bestärkt (Behrens & Langer, 2010). Somit kann gesagt werden, dass die Glaubwürdigkeit bei fünf Studien gegeben ist, da in diesen Studien die Ergebnisse voll oder teilweise mit früheren Studienergebnissen übereinstimmen und verglichen werden können. Vier der sechs analysierten Studien erfüllen acht von zehn Gütekriterien. Somit kann von Studien mit einer hohen Qualität gesprochen werden.

## 5.5 Kritische Würdigung

Die ursprünglich präzise formulierte Forschungsfrage der vorliegenden systematischen Literaturreview konnte durch den Einbezug der sechs analysierten Studien beantwortet werden.

Eine intensive Auseinandersetzung mit diverser Fachliteratur wurde gewährt und so konnte durch das gewählte Design, einer systematischen Literaturreview, die Wirksamkeit von hochfrequenter transkutaner Nervenstimulation auf Schmerzen bei Gonarthrose dargelegt werden. Die Ziele der systematischen Literaturreview und der aktuelle Forschungsstand wurden detailliert beschrieben. So konnte die Wichtigkeit des Themas und der Beitrag zu einer evidenzbasierten Pflege aufgezeigt werden. Die Forschungsfrage wurde mittels verschiedenen Konzepten im theoretischen Rahmen beschrieben. Die Literatursuche wurde systematisch in drei pflegerelevanten und einer physiotherapielevanten Datenbank während Juni bis Dezember 2014 durchgeführt.

In den Datenbanken wurde mittels verschiedenen Begriffen gesucht, welche anschliessend mit den Operatoren „OR“ und „AND“ korrekt verbunden worden sind. Die Suchstrategie wurde transparent und nachvollziehbar dokumentiert. Aufgrund der breiten Suche in den für die Arbeit relevanten Datenbanken, kann davon ausgegangen werden, dass alle relevanten Studien zur Analyse einbezogen worden sind. Durch eine zusätzliche Expertenbefragung hätte die Vertrauenswürdigkeit der Arbeit erhöht werden können. Die Studien wurden mittels vordefinierten Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt und zur Analyse verwendet. In der vorliegenden Arbeit wurden nur Studien der letzten zehn Jahre (2004-2014) eingeschlossen. Aufgrund dessen kann aufgezeigt werden, dass die verwendete Literatur aktuell ist. Es muss aber in Kauf genommen werden, dass ältere Literatur, welche ebenfalls relevant für die Fragestellung gewesen wäre, nicht in die Analyse einbezogen worden ist.

Die überprüften Studien der Literatursuche wurden alle in den Sprachen Deutsch, Englisch oder Französisch publiziert, aufgrund dessen kann es sein, dass relevante Literatur, welche in einer anderen Sprache publiziert worden ist, übersehen wurde.

Da die Autorin die Muttersprache Deutsch hat, hat sie für die Übersetzung der englischen Studien auf Übersetzungsprogramme und Personen mit guten Englischkenntnissen zurückgegriffen. Aufgrund der Spracheinschränkungen müssen Sprachbias und fehlerhafte Interpretationen in Betracht gezogen werden.

Die Studien zur Analyse wurden heruntergeladen, mehrfach kritisch gelesen, in einer Tabelle zusammengefasst, anschliessend beschrieben und diskutiert.

Die Vertrauenswürdigkeit der vorliegenden systematischen Literaturreview konnte gesteigert werden, da die Literaturrecherche systematisch war und Feedbacks von Mitstudierenden und der Begleitperson laufend miteinbezogen wurden. Es kam zudem zu einer detaillierten Beschreibung der Ergebnisse. Diese wurden anschliessend umfänglich diskutiert, indem die Aussagen mit Theorien untermauert worden sind und daraus eine Schlussfolgerung gezogen werden konnte.

Aufgrund der Kritik von früheren Studien, dass vermehrt Studien mit homogener Stimulationsfrequenz durchgeführt werden sollten, war die Vergleichbarkeit der Ergebnisse auch in der vorliegenden systematischen Literaturreview schwierig. In den analysierten Studien unterschieden sich die Dauer der Applikation von TENS, die Elektrodenanzahl, die Elektrodenart und die Vergleichsgruppen.

Mit Hilfe des angepassten Beurteilungsbogens „Beurteilung einer Interventionsstudie“ von Behrens und Langer (2010) wurde die Qualität der Studien erfasst. Der angepasste Bogen enthielt wichtige, angepasste Kriterien und Antwortmöglichkeiten, welche eine angemessene Einschätzung der Qualität ermöglichten. Aufgrund der Tatsache, dass der Bogen angepasst wurde und deshalb keine Validität und Reliabilität angegeben werden kann, kann ein Fehlurteil der Qualität in Erwägung gezogen werden.

Der Evidenzgrad der sechs analysierten Studien wurde nach dem Klassifikationssystem von Rosswurm und Larrabee (1999) kritisch eingeschätzt (zit. in LoBiondo-Wood & Haber, 2005, S. 674). Die Einschätzung konnte einfach durchgeführt werden, da alle sechs Studien das Design eines randomisierten, kontrollierten Versuchs aufweisen. Da die Studien alle Vergleichsstudien sind, gestaltete sich die Analyse der vorliegenden Studien als nicht ganz einfach. Es ist deshalb anzufügen, dass aufgrund der erschwerten, komplizierten Analyse der Vergleichsstudien die Aussagekraft aufgrund der Heterogenität der Studien beeinträchtigt ist und so die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sind.

Durch die Einschätzungen der Qualität, Glaubwürdigkeit und des Evidenzgrades konnte die Vertrauenswürdigkeit der existierenden systematischen Literaturreview erhöht werden.

Damit den ethischen Prinzipien in der vorliegenden Arbeit Rechnung getragen werden konnte, wurden Plagiate vermieden, indem die Quellen korrekt zitiert beziehungsweise paraphrasiert und angegeben wurden.

Es können aufgrund dessen, dass die Autorin nur über die Grundkenntnisse in Statistik verfügt, fehlerhafte Interpretationen der statistischen Aussagen nicht ausgeschlossen werden.

## **6 Schlussfolgerungen**

### **6.1 Empfehlungen für die Pflegepraxis**

In der vorliegenden systematischen Literaturreview wurde bei vier Studien aufgezeigt, dass hochfrequente transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS) die Schmerzen bei Patienten mit Gonarthrose reduzieren kann. Daher empfiehlt sich die Anwendung von TENS. Da bei einer Studie mittels einem Messinstrument eine Schmerzlinderung aufgezeigt werden konnte, kann auch hier von einer Wirksamkeit von TENS gesprochen werden. Zudem ist aufzuzeigen, dass TENS eine nichtinvasive, billige, nebenwirkungsarme und komplementäre Therapie ist und so eine gute Implementierung der Intervention in die Praxis darstellt. Es muss aber dennoch abgeklärt werden, ob der Patient mit einer solchen Therapie einverstanden ist und ob er bei der Durchführung von TENS motiviert ist. Es ist aber auch sehr wichtig, dass im Voraus die Kontraindikationen und mögliche Nebenwirkungen besprochen werden. So sollte bei Patienten mit einem Herzschrittmacher, kardialen Erkrankungen, Metallimplantaten oder einer bestehenden Schwangerschaft vom Gebrauch von TENS abgesehen werden (Thomm, 2011; Agarwal-Kozlowsky, 2013).

Es muss aufgrund der unterschiedlichen, vielfältigen und komplexen Krankheitsbilder festgestellt werden, dass nicht alle Krankheiten oder Probleme klar eingeordnet werden können. Es bestehen unterschiedliche Auffassungen von Krankheit und Gesundheit und die Toleranz oder Bereitschaft zu verschiedenen medizinischen Interventionen variiert zwischen den einzelnen Patienten stark. Zudem werden Unterschiede in der Bewältigung und im Umgang mit der Erkrankung sichtbar. Es stellt sich auch vermehrt heraus, dass es zur Ablehnung von empfohlenen Therapien seitens des Patienten kommen kann, oft hervorgerufen durch die Nebenwirkungen der Therapiemassnahmen. So zeigt sich, dass sich die heutige Medizin verändert hat, beziehungsweise in Zukunft noch stärker verändern wird. Dies als Folge der verschiedenen Therapiemöglichkeiten und der bereits jetzt grossen Vielfalt an ergänzenden Verfahren und Methoden, welche der Ganzheit und Komplexität des Individuums Rechnung tragen und die aktive Rolle des Patienten im Krankheitsverlauf in den Vordergrund stellen (Oettmeier, 2005).

Die TENS ist eine einfach handzuhabende Methode und die Patienten können die Therapie zuhause anwenden und bleiben so autonom.



Zu Beginn einer Arthrose stehen die Anlaufschmerzen im Vordergrund und mit der Zeit manifestieren sich Ruheschmerzen, was zu chronischen Schmerzen führen kann (Schabus & Bosina, 2007). Diese werden in der Literatur als nicht sinnvoll und kaum therapierbar beschrieben (Thomm, 2011).

Wenn Anlaufschmerzen als ein Warnsignal verstanden und aufgefasst werden, könnte TENS als eine frühzeitige Therapie verwendet werden. So auch, weil sich der Bedarf an komplementären Massnahmen zur Schmerzlinderung vor allem im Anfangsstadium zeigt.

Die Verantwortung des Einsatzes von komplementären, nichtmedikamentösen Therapien liegt meistens bei den Pflegefachpersonen und so kommt es zu einer unabhängigen und selbstständigen Arbeitsweise und Anwendung. Aufgrund dessen können Pflegefachpersonen TENS beim Schmerzmanagement als komplementäre Therapie bei chronischen Schmerzpatienten in den Pflegealltag einbeziehen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich Pflegefachpersonen bezüglich Anwendung von TENS entsprechend aus- und weiterbilden müssen. Die Aus- und Weiterbildung sollte in Bezug zu Indikationen, Wirkung, Kontraindikationen, Nebenwirkungen und Patientenedukation erfolgen. Beim Einsatz von TENS ist auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Ärzten und vor allem auch Physiotherapeuten wichtig und muss entsprechend berücksichtigt werden.

## **6.2 Empfehlungen für die Pflegeausbildung**

Bei einer Gonarthrose wird als Symptom oft Schmerz genannt. Der Schmerz mit seinen Merkmalen und Folgen stellt eine hohe Anforderung an das Pflegepersonal dar und prägt den Tagesablauf von Patienten. Neben einer Schmerzdiagnostik gehören auch Ursachen, Verlaufskontrollen und das Anbieten von schmerzlindernden Massnahmen dazu. So wird auch transparent gemacht, dass Pflegende einen wesentlichen Auftrag in der Schmerztherapie haben, da sie durch ständigen Patientenkontakt die Schmerzen zeitnah wahrnehmen/erfassen und einschätzen können (Höfert, 2011). So zeigt sich, dass es sehr wichtig ist, das Pflegende Schmerzen adäquat erfassen können und die Folgen von inadäquat behandelten Schmerzen kennen. Deshalb ist es unerlässlich, das Thema Schmerz und seine Merkmale in der Pflegeausbildung zu lehren.

Weiter ist die Sensibilisierung über die Wichtigkeit von angemessenen Schmerzassessment Instrumenten und einem gezielten Schmerzmanagement sehr wichtig. Schmerzen werden als ein subjektives und komplexes Phänomen beschrieben. Eine umfangreiche Erhebung des Schmerzes und seiner Ursachen ist sehr wichtig, um die Schmerzen zu verstehen und richtig zu therapieren.

So kann die Schmerzerfassung mittels verschiedenen Erfassungsinstrumenten adäquat durchgeführt und effektiv therapiert werden (Thomm, 2011).

Zudem gewinnen komplementäre Therapien immer mehr an Bedeutung und kommen in der Praxis immer häufiger zum Einsatz.

Pflegefachpersonen in der Ausbildung sollten mit Vorteilen sowie unerwünschten Wirkungen solcher komplementären Verfahren früh konfrontiert und in der Anwendung geschult werden, damit ein allgemeines Verständnis aufkommt und so die Therapien in der Praxis auch zum Einsatz kommen.

Es stellt sich daher der Auftrag an die Ausbildungsstätte, dass komplementäre Therapien in den praktischen Unterricht einbezogen werden und die Auszubildenden im Gebrauch geschult werden.

Die Anwendung von TENS erfolgt meistens durch Physiotherapeuten oder Ärzte. Immer mehr werden auch Pflegefachpersonen in der Anwendung geschult. Damit die Patienten die Therapie durchführen können, werden sie im Voraus von einer Fachperson in der Anwendung geschult und es werden wichtige Punkte wie die Gerätekunde, Applikation und Pflege der Elektroden und Wirkungsweise besprochen. Der Patient wird auch auf Nebenwirkungen sensibilisiert.

### **6.3 Empfehlungen für die Pflegeforschung**

In die vorliegende systematische Literaturreview wurden nur Studien mit einer homogenen Stimulationsfrequenz der TENS einbezogen. Jedoch konnten bei der vorliegenden Arbeit im Vergleich zu einer vorgängigen systematischen Literaturreview mit heterogenen Stimulationsfrequenzen, keine anderen Ergebnisse aufgezeigt werden. Ebenfalls ist noch zu wenig evidenzbasierte Literatur über die genauen Wirkmechanismen von TENS vorhanden. Es werden lediglich Hypothesen bezüglich der Wirkung aufgestellt. So sollten in Zukunft Studien durchgeführt werden, welche noch homogener sind. Beispielsweise sollten sich die Elektroden in der Art und Anzahl nicht unterscheiden und zudem sollten identische Vergleichsgruppen gewählt werden. So kommt es zu einer besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Ebenfalls haben sich die Dauer der Intervention und die Anzahl der Behandlungen in den einzelnen Studien unterschieden. Das zeigt die Wichtigkeit auf, dass weitere Forschungen zur Dauer und zur Anzahl der Behandlungen durchgeführt werden sollten.

Zudem sollten in Zukunft vermehrt methodologisch gute, randomisierte, kontrollierte Studien mit grösseren Stichproben durchgeführt werden.

## 7 Literaturverzeichnis

- Adedoyin, R. A., Olaogun, M. O. & Oyeyemi, A. L. (2005). Transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential current combined with exercise for the treatment of knee osteoarthritis. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 93(5), 13-19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2011.11.037>
- Agarwal-Kozlowsky, K. (Hrsg.). (2013). *Ganzheitliche Schmerztherapie*. Stuttgart: Georg Thieme Haug Verlag.
- Anders, S., Grifka, J. & Heers, G. (2014). Operative gelenkerhaltende Therapie der Gonarthrose. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 73(3), 251-264.
- Andreae, S. (2009). *Chirurgie und Orthopädie Express Pflegewissen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Anthenien, D. (2014). Wirkung von transkutaner elektrischer Nervenstimulation auf die Schmerzintensität bei Patienten mit Gonarthrose. (Veröffentlichte Bachelorthesis) *Rérokatalog Wallis*. Abgerufen am 2. Dezember 2014 von <http://doc.rero.ch/record/232736>
- Atamaz, F. C., Durmaz, B., Baydar, M., Demircioglu, O. Y., Iliyapici, A., Kuran, B., Oncel, S. & Sendur, O. F. (2012). Comparison of the Efficacy of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, Interferential Currents, and Shortwave Diathermy in Knee Osteoarthritis: a double-blind, randomized, controlled, multicenter study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(5), 748-756.
- Bachmann, J. (2010). Schmerzen im Bereich der Gelenke. In R. Pothmann (Hrsg.), *Transkutane elektrische Nervenstimulation in der Schmerztherapie* (27-33). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Behrens, J. & Langer, G. (2010). *Evidence-based Nursing*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Beratung für Organisation und Qualität [boq] (Hrsg.). (2010). *Schmerzmanagement Arbeitshilfe zur praktischen Umsetzung*. Hannover: Vincentz Network.
- Bernateck, M., Karst, M., Eberhard, S., Vivell, W., Fischer, M. & Stichtenoth, D. (2009). Placebothherapie. *Der Schmerz*, 23(1), 47-53. Abgerufen am 19. Dezember 2014 von <http://link.springer.com/article/10.1007/s00482-008-0733-x>
- Bernateck, M., Kuipers, J., Zeidler, H., Köhler, L., Hülsemann, J. & Schnarr, S. (2014). Gelenk- und Muskelschmerzen. In R. Baron, W. Koppert, M. Strumpf & A. Willweber-Strumpf (Hrsg.), *Praktische Schmerzmedizin* (1-34). Heidelberg/Berlin: Springer Verlag.

- Beuth, J. (2011). Komplementärmedizinische Massnahmen zur Optimierung von Standardtherapien. In M. Thomm (Hrsg.), *Schmerzmanagement in der Pflege* (92-99). Heidelberg/Berlin: Springer Verlag.
- Breivik, H., Collet, B., Ventafridda, V., Cohen, R. & Gallacher, D. (2012). Survey of chronic pain in Europe: Prevalence, impact on daily life, and treatment. *European Journal of Pain*, 10(4). [http://dx.doi.org/ 10.1016/j.ejpain.2005.06.009](http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpain.2005.06.009)
- Bulechek, G. M., Butcher, H. K., Dochterman, J. M. & Wagner, C. M. (2013). *Nursing Interventions Classification (NIC)* (6. Aufl.). St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby.
- Bundesamt für Statistik [BFS]. (2012). *Übersicht chronische Krankheiten*. Abgerufen am 3. Dezember 2014 von <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/14/02/01/key/02/01.html>
- Deutsche Schmerzliga. (2010). *Arthroseschmerzen*. Abgerufen am 28. Dezember 2014 von <http://schmerzliga.de/arthroseschmerzen.html>
- Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information. (2014). ICD-10-GM Version. Abgerufen am 21. Dezember 2014 von <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-gm/kodesuche/onlinefassungen/htmlgm2014/block-m15-m19.htm>
- Diehl, P., Gerdesmeyer, L., Schauwecker, J., Kreuz, P. C., Gollwitzer, H. & Tischer, T. (2013). Konservative Therapie der Gonarthrose. *Der Orthopäde*, 42(2), 125-139. <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-012-2016-6>
- Disselhoff, B. (2006). TENS-Transkutane Elektrische Nervenstimulation in der onkologischen Schmerztherapie. In G. Bernatzky et al. (Hrsg.), *Schmerzbehandlung in der Palliativmedizin*, (3. Aufl., 241-250). [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-211-88877-3\\_30](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-211-88877-3_30)
- Doenges, M. E., Moorhouse, M. F. & Geissler-Murr, A. C. (2002). *Pflegediagnosen und Massnahmen* (3., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Bern: Verlag Hans Huber.
- Faller, A. & Schünke, M. (2008). *Der Körper des Menschen* (15. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Fassl, C. & Leeb, B. F. (2005). *Klinisches Erscheinungsbild der Arthrose zeigt sich oft spät*. Abgerufen am 27. Januar 2015 von <http://www.springermedizin.at/artikel/5172-klinisches-erscheinungsbild-der-arthrose-zeigt-sich-oft-spaet>
- Gerber, W. D. & Hansenbring, M. (2011). *Schmerzerkrankungen*. [http://dx.doi.org/10.1007/3-540-26425-6\\_95](http://dx.doi.org/10.1007/3-540-26425-6_95)
- Gessler, M. (2010). Gerätekunde. In R. Pothmann (Hrsg.), *Transkutane elektrische Nervenstimulation in der Schmerztherapie* (14-17). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.

- Glass, G. G. (2006). Osteoarthritis. *Disease a month*, 54(9), 343-362. Abgerufen am 27. Januar 2015 von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17142123>
- Gschiel, B., Kager, H., Pipam, W., Weichart, K. & Likar, R. (2010). Analgetische Effizienz von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS-Therapie) bei Patienten mit Gonarthrose. *Der Schmerz*, 24(5), 494-500.  
<http://link.springer.com/article/10.1007/s00482-010-0957-4>
- Gumpert, N., Fischer, M., Henniger, M., Hochholz, G., Kasprak, T. & Specht, J. (2014). *Die 50 wichtigsten Fälle Orthopädie*. München: Urban & Fischer Verlag.
- Hannan, M. T., Felson, D. T. & Pincus, T. (2000). Analysis of the discordance between radiographic changes and knee pain in osteoarthritis of the knee. *The Journal of Rheumatology*, 27(6), 1513-1517. Abgerufen am 17. Januar 2015 von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10852280>
- Hatzenbühler, M., Fresenius, M., Heck, M. & Benrath, J. (2011). *Repetitorium Schmerztherapie*. Heidelberg/Berlin: Springer Verlag.
- Heisel, J., Jerosch, J. & Baum, M. (2007). *Schmerztherapie der Halte- und Bewegungsorgane*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-29891-5>
- Herceg, M. (2013). Gender- bzw. geschlechtsspezifische Aspekte in der Physikalischen Medizin und Rehabilitation. In V. Fialka-Moser (Hrsg.), *Kompendium Physikalische Medizin und Rehabilitation* (3. Aufl., 33-43).  
[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-0467-5\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-0467-5_3)
- Heuwinkel-Otter, A., Nüman-Dulke, A. & Matscheko, N. (2011). *Pflegediagnosen für die Kitteltasche*. <https://dx.do.org/10.1007/978-3-642-01319-5>
- Höfert, R. (2011). *Von Fall zu Fall - Pflege im Recht*. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-16593-1\\_16](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-16593-1_16)
- Iqball, I. & Fleischmann, R. (2007). Treatment of Osteoarthritis with Anakinra. *Current Rheumatology Reports*, 9(1), 31-35. Abgerufen am 3. Januar 2015 von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17437664>
- Jerosch, J., Heisel, J. & Imhoff, A. (2007). *Fortbildung Orthopädie Traumatologie*. (1. Aufl., Bd. 12). Darmstadt: Steinkopff Verlag.
- Kipfer-Buchli, I., Eichenberger, U. & Curatolo, M. (2011). Grundlagen der medikamentösen Schmerztherapie. In L. Fischer & E. T. Peuker (Hrsg.), *Lehrbuch Integrative Schmerztherapie* (92-333). Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.

- Kolen, A. F., deNijs, R. N., Wagemakers, F. M., Meier, A. J. & Johnson, M. I. (2012). Effects of spatially targeted transcutaneous electrical nerve stimulation using an electrode array that measures skin resistance on pain and mobility in patients with osteoarthritis in the knee. *Pain*, 153(2), 373-381. Abgerufen am 21. Dezember 2014 von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22119338>
- Langenegger, T. & Forster, A. (Hrsg.). (2013). Arthrose [Themenheft]. Zürich: Rheumaliga Schweiz.
- Law, P. P. & Cheing, G. L. (2004). Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis. *Journal of Rehabilitation medicine*, 36(5), 220-225. Abgerufen am 3. August 2014 von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15626162>
- Liedl, A. & Knaevelsrud, C. (2008). PTBS und chronische Schmerzen: Entstehung, Aufrechterhaltung und Zusammenhang. *Der Schmerz*, 22(6), 644-651. <http://dx.doi.org/10.1007/s00482-008-0714-0>
- LoBiondo-Wood, G. & Haber, J. (2005). *Pflegeforschung: Methoden, Bewertung, Anwendung*. München: Elsevier, Urban und Fischer.
- Mascarin, N. C., Vancini, R. L., Andrade, M., Magalhães, E., de Lira, C. A. & Coimbra, I. B. (2012). Effects of kinesiotherapy, ultrasound and electrotherapy in management of bilateral knee osteoarthritis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13, 182-190. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-13-182>
- Menche, N. & Brandt, I. (Hrsg.). (2013). *Pflege konkret Innere Medizin*. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Meuser, T. (2011). Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie des Schmerzes und Schmerzarten. In M. Thomm (Hrsg.), *Schmerzmanagement in der Pflege* (1-11). Heidelberg/Berlin: Springer Verlag.
- Michael, J., Schlüter-Brust, K. & Eysel, P. (2010). Epidemiologie, Ätiologie, Diagnostik und Therapie der Gonarthrose. *Deutsches Ärzteblatt*, 107(9), 152-162. <http://dx.doi.org/10.3238/arztebl.2010.0152>
- Müller, S. D., Reiche, T. & Warzecha, E. (2005). *Der Einsatz von Chondroitin und Glucosamin bei degenerativen Gelenkerkrankungen*, (Wissenschaftlicher Aufsatz). Abgerufen am 4. Januar 2015 von <http://www.grin.com/de/e-book/181051/der-einsatz-von-chondroitin-und-glucosamin-bei-degenerativen-gelenkerkrankungen>
- Münnich, N. (2008). Zitat. In <http://www.phraseo.de/phrase/wer-immer-tut-was-er-schon-kann-bleibt-immer-das-was-er-schon-ist/>

- Nehrer, S. (2007). Kniearthrose. *Österreichische Ärztezeitung*, 3, 28-38. Abgerufen am 18. Dezember 2014 von <http://www.aerztezeitung.at/archiv/oeaez-2007/oeaez-3-10022007/dfp-kniearthrose.html>
- Ng, M. M., Leung, M. C. & Poon, D. M. (2003). The effects of electro-acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with painful osteoarthritic knees. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 9(5), 641-649. Abgerufen am 28. November 2014 von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14629842>
- Oesch, P., Hilfiker, R., Keller, S., Kool, J., Luomajoki, H., Schädler, S., ... Widmer-Leu, C. (2011). *Assessments in der Rehabilitation - Bewegungsapparat*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Oettmeier, R. (2005). Grundlagen der ganzheitlich-biologischen Therapien. In F. Van den Berg (Hrsg.), *Komplementäre Therapien verstehen und integrieren* (1-8). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Palmer, S., Domaille, M., Cramp, F., Walsh, N., Pollock, J., Kirwan, J. & Johnson, M. (2014). Transcutaneous electrical nerve stimulation as an adjunct to education and exercise for knee osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*, 66(3), 387-394. <http://dx.doi.org/10.1002/acr.22147>
- Platzer, W. (2013). *Taschenatlas Anatomie*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Pothmann, R. (Hrsg.). (2010). *TENS Transkutane elektrische Nervenstimulation in der Schmerztherapie*. Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Rabenberg, M. (2013). *Gesundheitsberichterstattung des Bundes* (Gesundheitsbericht). Berlin: Robert Koch Institut.
- Räuchle, M., Cemerka, M., Eibenberger, B. & Breitenseher, M. (2012). Arthrose - Update 2012. *Der Radiologe*, 52(2), 149-155. <http://dx.doi.org/10.1007/s00117-011-2236-5>
- Rehart, S. & Lehnert, H. (2008). Aktuelle Aspekte zur Arthrose. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 67(4), 305-314. <http://dx.doi.org/10.1007/s00393-008-0304-7>
- Reichert, B. (2007). Elektrotherapie. In A. Hüter-Becker & M. Dölken (Hrsg.), *Physikalische Therapie, Massage, Elektrotherapie und Lymphdrainage* (2. Aufl., 231-273). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

- Remiger, A. (2012). *Volkskrankheit Kniearthrose: Therapie oder Operation?*  
[Broschüre]. Activo Frühling/Sommer - Kantonsspital Nidwalden abgerufen am 21. Dezember 2014 von  
[http://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ksnw.ch%2Fmedia%2Ffiles%2Factivo\\_Remiger\\_Volkskrankheit\\_Kniearthrose.pdf&ei=OCuTVLyeIMLmUqbxgLAL&usg=AFQjCNHYax8WtiORwOv3OyN4lg4IPkFYvQ](http://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ksnw.ch%2Fmedia%2Ffiles%2Factivo_Remiger_Volkskrankheit_Kniearthrose.pdf&ei=OCuTVLyeIMLmUqbxgLAL&usg=AFQjCNHYax8WtiORwOv3OyN4lg4IPkFYvQ)
- Rümelin, A. (2003). *Kursbuch Arthrose*. München: Südwest Verlag.
- Ruiz-Iban, M. A., Seijas, R., Sallent, A., Ares, O., Marin-Pena, O., Muriel, A. & Cuéllar, R. (2015). The international Hip Outcome Tool-33 (iHOT-33): multicenter validation and translation to Spanish. *Health Qual Life Outcomes*, 13(62), 1-7.  
<http://dx.doi.org/10.1186/s12955-015-0255-z>
- Rutjes, A., Nüesch, E., Sterchi, R., Kalichman, L., Hendriks, E., Osiri, M., ... Jüni, P. (2009). Transcutaneous electrostimulation for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Library*, 7(4). <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD002823.pub2>
- Schabus, R. & Bosina, E. (2007). *Das Knie Diagnostik, Therapie und Rehabilitation*. Wien: Springer Verlag.
- Schewior-Popp, S., Sitzmann, F. & Ullrich, L. (2012). *Thiemes Pflege das Lehrbuch für Pflegenden in Ausbildung*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Schneider, M. (2014). Rheuma: Ziel ist ein normales Leben für die Patienten. *Deutsche medizinische Wochenschrift*, 139(5), 1811-1812.
- Schweizerische Eidgenossenschaft [KVG]. (1994). *Bundesgesetz über die Krankenversicherung vom 18. März 1994*. Abgerufen am 6. Dezember 2014 von <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19940073/index.html#a32>
- Selfe, T. K., & Taylor, A. G. (2008). Acupuncture and osteoarthritis of the knee: a review of randomized, controlled trials. *Family & Community Health*, 31(3), 247-254. Abgerufen am 12. November 2014 von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2810544/>
- Sendra, M. & Sendra, A. (2015). *Chronischer Schmerz – Schulmedizinische, komplementärmedizinische und psychotherapeutische Aspekte*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-1841-2>
- Söder, S. & Aigner, T. (2011). Arthrose Ätiologie, Typisierung, Stadieneinteilung und histologische Graduierung. *Der Pathologe*, 183-192. Abgerufen am 3. November 2014 von [http://www.springermedizin.de/der-pathologe-2011-03/393748.html#tab\\_index](http://www.springermedizin.de/der-pathologe-2011-03/393748.html#tab_index)
- Spahn, G. (2006). Knorpelschaden und Gonarthrose. *Aktuelle Traumatologie*, 36(5), 195-207. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2006-924754>



- Stange, R., Moser, C., Hopfenmueller, W., Mansmann, U., Buehring, M. & Uehleke, B. (2011). Randomised controlled trial with medical leeches for osteoarthritis of the knee. *Complementary Therapies in Medicine*, 20(1-2), 1-7.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ctim.2011.10.006>
- Steudter, E. & Bischofberger, I. (2011). Schmerzerfassung-Instrumente und ihr Nutzen für die Pflege. In B. Reuschenbach & C. Mahler (Hrsg.), *Pflegebezogene Assessmentinstrumente* (417-429). Hogrefe: Hans Huber Verlag.
- Teasdale, K. (2002). *Fürsprache in der Gesundheitsversorgung*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Tewes, R. (2015). *Führungskompetenz ist lernbar*. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-45223-3>
- Thomm, M. (Hrsg.). (2011). *Schmerzmanagement in der Pflege*. Heidelberg/Berlin: Springer Verlag.
- Vance, C. G., Rakel, B. A., Blodgett, N. P., DeSantana, J. M., Amendola, A., Zimmermann, M. B., ... & Sluka, K. A. (2012). Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Pain, Pain Sensitivity, and Function in People With Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy*, 898-910. Abgerufen am 4. August 2014 von  
<http://ptjournal.apta.org/content/92/7/898.full>
- Wildi, L. M. (2013). Medikamentöse Therapie der Arthrose. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 72(9), 885-895. <http://dx.doi.org/10.1007/s00393-013-1280-0>

## **Anhang**

**Anhang A:** Ergebnisse der Suchstrategie

**Anhang B:** Liste eingeschlossener Studien anhand der Kriterien

**Anhang C:** Zusammenfassungen der analysierten Studien

**Anhang D:** Einschätzung Evidenzgrad nach Rosswurm und Larrabee (1999)

**Anhang E:** Qualitätsbeurteilung der analysierten Studien

**Anhang F:** Erklärung

## Anhang A: Ergebnisse der Suchstrategie

Datenbank	Suchstrategie	Treffer	Doppelfunde	Ausschlüsse anhand definierter Ausschlusskriterien	Einschlüsse anhand definierter Einschlusskriterien
Cochrane	#1 Electric Stimulation [MeSH] #2 Transcutaneous electric nerve Stimulation [MeSH] #3 Osteoarthritis [MeSH] #4 Osteoarthritis, Knee [MeSH] #5 Pain [MeSH] #6 Analgesics [MeSH] #7 (#1 OR #2) #8 (#3 OR #4) #9 (#5 OR #6) #10 (#7 AND #8 AND #9)	1634 1191 3580 1652 33229 15631 2802 3580 41341 <b>28</b>	0	24	4
Pubmed	#1 Electric Stimulation [MeSH] #2 Transcutaneous electric nerve Stimulation [MeSH] #3 Osteoarthritis [MeSH] #4 Osteoarthritis, Knee [MeSH] #5 Pain [MeSH] #6 Analgesics [MeSH] #7 (#1 OR #2) #8 (#3 OR #4) #9 (#5 OR #6) #10 (#7 AND #8 AND #9)	116565 5901 43659 10813 308954 147613 122259 43659 419794 <b>61</b>	28	33	0
Cinahl	#1 Electric Stimulation [CH] #2 Transcutaneous electric nerve Stimulation [CH] #3 Pain [CH] #4 Analgesics [CH] #5 Osteoarthritis [CH] #6 Osteoarthritis, Knee [CH] #7 (#1 OR #2) #8 (#3 OR #4) #9 (#5 OR #6) #10 (#7 AND #8 AND #9)	7749 1385 49182 8592 9613 4998 9035 54956 14472 <b>46</b>	11	35	0
PEDro	#1 Tens #2 Pain #3 Osteoarthritis, knee #4 (#1 AND #2 AND #3)	400 9982 845 <b>32</b>	9	21	2
<b>Total</b>	Treffer aller einbezogener Datenbanken	167	48	113	6

Anhang B: Liste eingeschlossener Studien anhand Kriterien

## Einschlusskriterien

1. Sprache: Englisch, Französisch, Deutsch
2. Jahr 2004 – 2014
3. RCT-Design
4. Interventions- oder Vergleichsstudie
5. Konventionelle, hochfrequente TENS

	Titel	Autor/en	Jahr	Datenbank/en
1.	Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, pain sensitivity, and function in people with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial	Vance, C. G., Rakel, B. A., Blodgett, N. P., DeSantana, J. M., Amendola, A., Zimmerman, M. B., Walsh, D. M. & Sluka, K. A.	2012	Cochrane CINAHL PubMed PEDro
2.	Comparison of the efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation, interferential currents, and shortwave diathermy in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized, controlled, multicenter study	Atamaz, F. C., Durmaz, B., Baydar, M., Demircioglu, O. Y., Iliyapici, A., Kuran, B., Oncel, S. & Sendur, O. F.	2012	Cochrane PubMed PEDro
3.	Transcutaneous electrical nerve stimulation as an adjunct to education and exercise for knee osteoarthritis: a randomized controlled trial	Palmer, S., Domaille, M., Cramp, F., Walsh, N., Pollock, J., Kirwan, J. & Johnson, M. I.	2014	PEDro
4.	Effects of kinesiotherapy, ultrasound and electrotherapy in management of bilateral knee osteoarthritis: prospective clinical trial	Mascarin, N. C., Vancini, R. L., Andrade, M. L., Magalhães Ede, P., de Lira, C. A. & Coimbra, I. B.	2012	Cochrane PubMed PEDro
5.	Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis	Law, P. P. & Cheing, G.L.	2004	Cochrane CINAHL PubMed
6.	Transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential current combined with exercise for the treatment of knee osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial	Adedoyin, R. A., Olaogun, M. O. & Oyeyemi, A. L.	2005	PEDro

## Anhang C: Zusammenfassung der analysierten Studien

Palmer et al. (2014). Transcutaneous electrical nerve stimulation as an adjunct to education and exercise for knee osteoarthritis: a randomized, controlled trial. <i>Arthritis Care &amp; Research</i> , 66(3), 387-394.																																	
Design, Fragestellung/Ziel/Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung, verdeckte Zuteilung, Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome, Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion, Schlussfolgerung, Evidenzgrad																														
<b>Design</b> Randomisierte, scheinkontrollierte Studie <b>Fragestellung/Ziel/Hypothese</b> <u>Ziel:</u> Den zusätzlichen Effekt von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) bei Kniearthrose in Kombination mit einer 6 wöchigen Gruppenschulung und einem Übungsprogramm zu bestimmen. <b>Setting</b> Physiotherapie im Universitätsspital Bristol, England <b>Stichprobenbildung</b> 475 Patienten mit einer vermuteten oder bestätigten Gonarthrose wurden von der Physiotherapie gescreent. Hier fielen 42 Patienten weg. Anschliessend wurde mit 433 Patienten ein Telefonscreening durchgeführt, dabei schieden 154 Patienten aus. Die restlichen 279 Teilnehmer (TN), wurden zu einem Erstassessment eingeladen und fortlaufend nummeriert. Nach dem Assessment blieben 224 TN zur Randomisierung übrig. <u>Einschlusskriterien</u> - 18 Jahre alt - Diagnose Gonarthrose durch die Kriterien der American College of Rheumatology: Knieschmerzen, >50 Jahre, Steifheit >30 Minuten, Krepitationen, Knochenprobleme, Wärmeempfindungsstörungen <u>Ausschlusskriterien</u> - Komorbiditäten - Kontraindikation von TENS - Erfahrungen mit TENS <b>Randomisierung/verdeckte Zuteilung/Verblindung</b> Die 224 TN wurden randomisiert in 3 Gruppen eingeteilt. Die nichtdurchsichtigen Couverts mit der Zuteilung wurden durch einen unabhängigen Mitarbeiter verschlossen. Die Couverts wurden 2-mal gemischt und nacheinander nummeriert. Alle TN und Untersucher waren verblindet. <b>Ethik</b> Studie wurde von der Ethikkommission genehmigt. TN haben eine informierte Zustimmung unterschrieben.	<b>Intervention</b> <u>Alle</u> - 6 wöchiges Gruppenschulung & Übungsprogramm durch 4 Physiotherapeuten - Übungsprogramm für zuhause <u>Aktiv TENS + Kniegruppe (KG) (n=73)</u> - Instruktion für TENS (30 Minuten) durch einen Physiotherapeuten - Elektroden: 2 medial & 2 lateral des Kniegelenks - Stimulationsfrequenz: 110 Hertz (Hz) und Impulsbreite: 50 Mikrosekunden - Intensität: Starke aber angenehme Parästhesie - Gebrauch: vor/während oder nach Übungen <u>Sham TENS + KG (n=74)</u> - Gebrauch von Attrappen ohne elektrischer Impuls <u>KG (n=77)</u> - Nur Gruppenschulung und Übungsprogramm - TN wurden in Gruppen à 12 TN eingeteilt. 1x wöchentlich während 6 Wochen für eine einstündige Sitzung (30 min Schulung, 30 min Übungen) <b>Outcome/Messinstrumente</b> Schmerz: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) Steifheit: WOMAC Bewegung: WOMAC und Myometer Beurteilung der Veränderung: WOMAC Selbstwirksamkeit der Übungen: WOMAC Einhaltung der Übungen: WOMAC Funktion: WOMAC <b>Datensammlung</b> - Die Outcomes Schmerz, Steifheit, und Bewegung wurden zu Beginn (nach Erstassessment) und in den Wochen 3,6,12 & 24 ausgewertet. - Die Beurteilung der Veränderung und die Einhaltung der Übungen wurden in den Wochen 3,6,12 und 24 durchgeführt. - Durchführung der Selbstwirksamkeit der Übungen zuhause wurde zu Beginn und in der Woche 24 ausgewertet. <b>Datenanalyse</b> - Poweranalyse 90% (min. 67 TN/Gruppe) - Signifikanzniveau 5% - Statistische Analyse mit dem Programm IBM SPSS Version 19	- Zu Beginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich klinischen und demografischen Daten. - 5 TN haben die Studie nicht beendet. 1 aktiv TENS und 4 sham TENS. Es kam zu einer Durchführung einer Intention-to-treat Analyse.  <u>Schmerzen:</u> Mean (SD) <table><tr><td></td><td>Zu Beginn</td><td>Woche (Wo) 3</td><td>Wo 6</td><td>Wo 12</td><td>Wo 24</td></tr><tr><td>Aktiv TENS + KG</td><td>9.0 (6.0)</td><td>7.5 (7.0)</td><td>6.0 (5.0)</td><td>7.0 (7.8)</td><td>7.0 (8.0)</td></tr><tr><td>Sham TENS + KG</td><td>9.0 (5.0)</td><td>8.0 (6.0)</td><td>8.0 (7.0)</td><td>7.0 (7.0)</td><td>6.0 (8.0)</td></tr><tr><td>KG</td><td>8.0 (5.8)</td><td>7.0 (5.8)</td><td>6.0 (5.0)</td><td>6.0 (6.3)</td><td>6.0 (7.0)</td></tr><tr><td>P</td><td>0.503</td><td>0.537</td><td>0.465</td><td>0.386</td><td>0.226</td></tr></table> - In den Outcomes gab es statistisch signifikante Verbesserungen, aber nur wenig klare Unterschiede innerhalb der Gruppen. - Statistische Analysen zeigen keine statistischen signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. - 33% der aktiv TENS zeigten signifikante Verbesserungen in der Funktion. Bei der sham TENS waren es 36% und bei der Kniegruppe 42%. - Die Outcomes Steifheit, Bewegung, Beurteilung der Veränderung, Selbstwirksamkeit und Einhalten der Übungen hat sich signifikant verbessert.  - Es zeigt sich das die TN die Übungen nach der Studie nicht mehr ausführen.		Zu Beginn	Woche (Wo) 3	Wo 6	Wo 12	Wo 24	Aktiv TENS + KG	9.0 (6.0)	7.5 (7.0)	6.0 (5.0)	7.0 (7.8)	7.0 (8.0)	Sham TENS + KG	9.0 (5.0)	8.0 (6.0)	8.0 (7.0)	7.0 (7.0)	6.0 (8.0)	KG	8.0 (5.8)	7.0 (5.8)	6.0 (5.0)	6.0 (6.3)	6.0 (7.0)	P	0.503	0.537	0.465	0.386	0.226	<b>Diskussion</b> - Die Resultate der Funktionsverbesserung unterstützen und stimmen mit früheren Ergebnissen überein. Sind aber nicht schlüssig, dass TENS in Kombination mit Übungen zu einer Schmerzlinderung führt. - Weitere Erklärungen für die Ergebnisse können sein, dass der Versuch zu wenig sensitiv war, oder dass die Symptome zwar gesenkt wurden, jedoch nicht durch TENS. - Um das Zusammenspiel besser zu erforschen, wird vorgeschlagen in Zukunft vermehrt TENS in Kombination mit Übungen anzuwenden.  <b>Schlussfolgerung</b> - Die Studie fand heraus, dass TENS als Zusatz zu einer 6 wöchigen Gruppenschulung und Übungen keine klinischen Verbesserungen aufzeigt.  <b>Evidenzgrad nach Rosswurm &amp; Larrabee:</b> I.b.
	Zu Beginn	Woche (Wo) 3	Wo 6	Wo 12	Wo 24																												
Aktiv TENS + KG	9.0 (6.0)	7.5 (7.0)	6.0 (5.0)	7.0 (7.8)	7.0 (8.0)																												
Sham TENS + KG	9.0 (5.0)	8.0 (6.0)	8.0 (7.0)	7.0 (7.0)	6.0 (8.0)																												
KG	8.0 (5.8)	7.0 (5.8)	6.0 (5.0)	6.0 (6.3)	6.0 (7.0)																												
P	0.503	0.537	0.465	0.386	0.226																												



Atamaz et al. (2012). Comparison of the Efficacy of transcutaneous electric nerve stimulation, interferential currents, and shortwave diathermy in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized, controlled multicenter study. <i>Archives of physical medicine and rehabilitation</i> , 93(5), 748–756.																		
Design, Fragestellung/Ziel/Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung, verdeckte Zuteilung, Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome, Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion, Schlussfolgerungen, Evidenzgrad															
<div>Design</div> <p>Doppelverblindete, randomisiert kontrollierte Multizenter Studie</p> <div>Fragestellung/Ziel/Hypothese</div> <p><u>Ziel:</u> Untersuchen des Effekts von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS), Interferenzstromverfahren (IFC), Kurzwellendiathermie (SWD) &amp; Placebo zusammen mit Übungen &amp; Schulungen beim Management von Knie Osteoarthritis.</p> <p><u>Hypothese:</u> Schulungen &amp; Übungen helfen den Patienten mit Symptomen, Funktionen und Aktivitäten trotz Schmerzen und Steifheit umzugehen.</p> <div>Setting</div> <p>Medizin- &amp; Rehabilitationsabteilungen, Türkei</p> <div>Stichprobenbildung</div> <p>Rekrutierung von 287 Teilnehmern (TN) durch ein Hauptzentrum. Nach der Rekrutierung wurden 84 TN ausgeschlossen. 203 TN wurden eingeschlossen.</p> <div>Einschlusskriterien</div> <ul style="list-style-type: none"><li>- 50-80 Jahre alt</li><li>- Diagnose: Knie Arthrose nach American College of Rheumatology Kriterien und radiologischer Bestätigung mit einem Kellgren-Lawrence Grad von 2 oder 3</li><li>- Schmerzen auf visueller Analogskala (VAS) &gt; 4 während den letzten 6 Monaten</li></ul> <div>Ausschlusskriterien</div> <ul style="list-style-type: none"><li>- Erfahrungen mit Elektrotherapie</li><li>- Kontraindikation für Elektrotherapie</li><li>- Kortikosteroidinjektion in den letzten 30 Tagen</li><li>- Gelenkersatz oder Arthroskopie in letzten 6 Monaten</li><li>- Gelenkinfektionen</li><li>- Erkrankungen (Diabetes Mellitus, Lähmungen, Knochennekrosen, Traumas)</li><li>- Schwangerschaft und Stillzeit</li><li>- Schlechter Gesundheitszustand</li></ul> <div>Randomisierung/verdeckte Zuteilung/Verblindung</div> <p>Randomisierte Einteilung der TN in 6 Gruppen (Berücksichtigung von Alter &amp; Geschlecht). Erstbesuch der TN Hauptzentrum kontaktiert &amp; TN mittels zweistelliger Nummer zugeteilt. Zweitbesuch: TN auf ihre Eignung gescreent &amp; Zuteilung randomisierter Nummer.</p> <p>Alle TN, Forscher und Analytiker waren verblindet.</p> <div>Ethik</div> <p>Ethikkommission &amp; informierte Zustimmung</p>	<div>Intervention</div> <p><u>Alle:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Behandlung: 5x pro Woche während 3 Wochen</li><li>- Übungsprogramm: 3x wöchentlich für 3 Wochen, Gruppe von 3-4 Patienten unter Anleitung eines Physiotherapeuten</li><li>- Joggen, Dehnen, Kraftübungen, Kniebeugungen, vorgefertigtes Set mit Übungskarten für zuhause</li><li>- Bildungsprogramm: einstündige Präsentation über Gonarthrose</li></ul> <p><u>TENS (n=37)</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Frequenz: 80 Hertz (Hz), Intensität: 10-30 Milliampere (mA) für 20 Minuten</li><li>- 4 Oberflächenelektroden (5x5 cm) auf schmerzende Stelle am Knie</li></ul> <p><u>TENS SHAM (n=37)</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Scheinstimulation mit gleichem Ablauf</li></ul> <p><u>IFC (n=31)</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 100 Hz Frequenz mit 4kHz Wellen für 20 Minuten</li><li>- 2 Elektroden (8x6cm)</li></ul> <p><u>IFC SHAM (n=35)</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Scheinstimulation mit gleichem Ablauf</li></ul> <p><u>SWD (n=31)</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Bildschirm von Behandlungsstuhl nicht sichtbar</li><li>- 10cm Kondensatorplatte, Frequenz: 27.12 MHz, Intensität: 300 Watt</li></ul> <p><u>SWD SHAM (n=32)</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Scheinstimulation mit gleichem Ablauf</li></ul> <div>Outcome/Messinstrumente</div> <p>Schmerz: VAS, Paracetamol, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Nottingham Health Profile (NHP)</p> <p>Beweglichkeit: Goniometer</p> <p>Funktion: Zeitmessung um 15 Meter zu laufen</p> <div>Datensammlung</div> <p>Klinische Beurteilung zu Studienbeginn, im 1., 3. und 6. Monat</p> <div>Datenanalyse</div> <ul style="list-style-type: none"><li>- Poweranalyse 80% (28 TN/Gruppe)</li><li>- Statistische Analyse mittels SPSS Programm</li><li>- Signifikanzniveau 5%</li></ul>	<p>- Zu Beginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demografischen und klinischen Daten.</p> <p>- Während der Behandlung sind keine Komplikationen aufgetreten, die TN haben keine weiteren Therapien erhalten.</p> <p>- 28 TN schieden während der Studie aus.</p> <p><u>Schmerz:</u></p> <p>- Während der Studie wurde eine signifikante Verbesserung der Schmerzeinschätzung in allen Behandlungsgruppen festgestellt (p&lt;0.05).</p> <p>Mean (SD) der VAS-Werte</p> <table><tr><th></th><th>Zu Beginn</th><th>1 Monat</th><th>3 Monate</th><th>6 Monate</th></tr><tr><td>TENS</td><td>76.1 (16.2)</td><td>54.7 (24.1)</td><td>51.5 (24.8)</td><td>48.6 (23.1)</td></tr><tr><td>TENS Sham</td><td>74.4 (16.4)</td><td>50.4 (20.3)</td><td>47.3 (22.6)</td><td>48.4 (22.7)</td></tr></table> <p>- Alle Kontrollgruppen zeigten signifikante Verbesserungen der Schmerzen und der Funktion auf (p&lt;0.05).</p> <p>- Die Einnahme von Paracetamol war in den IFC Gruppe signifikant tiefer als in der TENS Gruppe.</p> <p><u>Funktion:</u></p> <p>- Signifikante Verbesserung der WOMAC – Funktionskala, 15-Meter Laufzeit und der NHP, ohne Unterschied innerhalb der Gruppen, bis nach Follow-up.</p> <p><u>Bewegung:</u></p> <p>- Keine Verbesserung der Bewegung und Steifheit konnte nachgewiesen werden.</p> <p>- Es gab keinen Unterschied über die Zufriedenheit der Patienten der einzelnen Behandlungen.</p>		Zu Beginn	1 Monat	3 Monate	6 Monate	TENS	76.1 (16.2)	54.7 (24.1)	51.5 (24.8)	48.6 (23.1)	TENS Sham	74.4 (16.4)	50.4 (20.3)	47.3 (22.6)	48.4 (22.7)	<div>Diskussion</div> <ul style="list-style-type: none"><li>- TENS, IFC und SWD zeigen untereinander und in Vergleich mit den Placebogruppen eine signifikante Schmerzlinderung, es gab keinen signifikanten Unterschied innerhalb der Gruppen.</li><li>- Paracetamoleinnahme war in den Placebo Gruppen signifikant höher.</li><li>- Übungs- und Bildungsprogramm in allen Gruppen.</li><li>- Verschiedene physikalische Therapieansätze wurden vorgeschlagen um den klinischen Verlauf zu verbessern, aber die Evidenz für die Effektivität ist nicht ausreichend für einen randomisierten kontrollierten Versuch (RCT).</li><li>- TENS wird in der Praxis häufig angewendet, jedoch fehlen RCT's und adäquate Stichprobengrößen um Vergleiche anzustellen.</li><li>- In den meisten Studien ist nicht klar, wie die TN verblindet wurden.</li><li>- 3 Studien vergleichen den Effekt von IFC mit Placebogruppen, jedoch sind diese gescheitert, da die Interventionsdurchführung und die Blindung fehlerhaft waren und nur ein Outcome erhoben wurde.</li><li>- RCT über SWD sind vorhanden, aber es gab nur ein Prä-Posttest.</li><li>- Die Teilnehmerzahl war zu klein.</li><li>- In Zukunft, sollten RCT durchgeführt werden mit einer längeren Follow-up Periode.</li></ul> <div>Schlussfolgerungen</div> <ul style="list-style-type: none"><li>- In der vorliegenden Studie kann nicht genau aufgezeigt werden ob physikalische Therapien ohne Schulungsprogramm und Übungen die gleiche Wirkung auf die Schmerzlinderung hat. Deshalb wird die Hypothese unterstützt, dass eine Kombination von physikalischen Therapien zusammen mit Übungen und einem Schulungsprogramm das beste Outcome für Patienten mit Gonarthrose ist.</li></ul> <div>Evidenzgrad nach Rosswurm &amp; Larrabee:</div> <p>I.b.</p>
	Zu Beginn	1 Monat	3 Monate	6 Monate														
TENS	76.1 (16.2)	54.7 (24.1)	51.5 (24.8)	48.6 (23.1)														
TENS Sham	74.4 (16.4)	50.4 (20.3)	47.3 (22.6)	48.4 (22.7)														

Mascarin et al. (2012). Effects of kinesiotherapie, ultrasound and electrotherapy in management of bilateral knee osteoarthritis: prospective clinical trial. *BiomedCentralMedicine: Musculoskeletal disorders*, 13, 182.

Design, Fragestellung/Ziel/Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung, verdeckte Zuteilung, Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome, Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion, Schlussfolgerung, Evidenzgrad																																
<b>Design</b> Randomisierte kontrollierte Studie <b>Fragestellung/Ziel/Hypothese</b> Ziel: Wirksamkeit einer 12 wöchigen Kinesiotherapie (KIN), transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) und Ultraschall (US) auf die körperliche Leistungsfähigkeit und Schmerzen bei Patientinnen mit bilateraler Gonarthrose, mittels 6-Minuten Gehstest untersuchen. <b>Setting</b> Universität Estadual de Campinas, Brasilien <b>Stichprobenbildung</b> Es wurden 48 Teilnehmer (TN) von einer rheumatologischen Klinik rekrutiert. 40 TN haben bei allen Tests mitgemacht und wurden anschliessend für die Studie randomisiert. <b>Einschlusskriterien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Weibliches Geschlecht</li> <li>- Mindestens 45 Jahre alt</li> <li>- Keine weiteren Erkrankungen an unteren Extremitäten</li> <li>- Fähigkeit körperliche Aktivitäten durchzuführen</li> <li>- Keine weiteren physikalischen Therapien erhalten</li> <li>- Einnahme der verabreichten Medikamente</li> <li>- Diagnose: Bilaterale Gonarthrose nach den American College of Rheumatology Kriterien</li> </ul> <b>Ausschlusskriterien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rheumatische oder neurologische Erkrankungen</li> <li>- Unilaterale Gonarthrose</li> <li>- Kognitive Einschränkungen</li> <li>- Herzkreislauf, Lungen, endokrinologische Erkrankungen</li> </ul> <b>Randomisierung/verdeckte Zuteilung/Verblindung</b> Randomisierte Einteilung der TN in drei Gruppen. Datenermittler war bei Datensammlung verblindet. <b>Ethik</b> Studie wurde durch Ethikkommission genehmigt. Alle TN unterzeichneten eine Einverständniserklärung.	<b>Intervention</b> <u>Alle Gruppen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervention wurde 2x wöchentlich (nicht aufeinanderfolgende Tage) während 12 Wochen durchgeführt</li> <li>- 4 Phasen: medizinische &amp; körperliche Untersuchung (3 Tage vor Behandlungsphase), Vorbehandlungsuntersuchung, Untersuchungsphase, Nachbehandlungsphase</li> <li>- Überwacht von einem erfahrenen Physiotherapeut</li> </ul> <b>TENS (n=12)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2-Sender TENS-Gerät mit 4 selbstklebenden Elektroden (5x5cm); mediale &amp; laterale Seite des Knies</li> <li>- Frequenz: 100 Hertz (Hz)</li> <li>- Impulsbreite: 50 Mikrosekunden</li> <li>- Intensität: je nach Befinden des TN</li> <li>- Behandlung in Rückenlage mit Kissen unter Knien</li> <li>- Dazu gleiche Übungen wie bei KIN</li> <li>- Dauer: 20 Minuten</li> </ul> <b>KIN (n= 16)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betreute Anspannungs- &amp; Dehnübungen der unteren Extremitäten</li> <li>- Dehnübungen: 3 Wiederholungen à 30 Sekunden</li> <li>- Anspannungsübungen: 3 Übungen mittels Ball bzw. Stretchband; 30 Wiederholungen</li> <li>- Dauer: 20 Minuten</li> </ul> <b>US (n=12)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontinuierliche Ultraschallwellen</li> <li>- Frequenz: 1 MHz und 0,8 Watt/cm</li> <li>- Dauer: 3-4 Minuten</li> <li>- Dazu gleiche Übungen wie bei KIN</li> </ul> <b>Outcome/Messinstrumente</b> Schmerz: Visuelle Analogskala (VAS) & Western Ontario & McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) Bewegung: Goniometer Funktion: 6-Minuten Gehstest (100 Meter lang) <b>Datensammlung</b> Einschätzung von Schwere des Schmerzes, Bewegung bei Beugung & Streckung, 6 Minuten Gehstest & wahrgenommene Gesundheits- & Körperfunktion vor und nach der Behandlung. <b>Datenanalyse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Statistische Analyse mittels Statistica v.7.0</li> <li>- Signifikanzniveau: <math>\alpha=5\%</math></li> </ul>	- Es gab keinen signifikanten Unterschied innerhalb der Gruppen bezüglich demographischen und klinischen Daten. - Alle TN haben die Studie beendet. <b>Schmerzen:</b> Rechtes Knie:  Mean (SD) der VAS-Werte <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Vorher</th><th>Nachher</th><th>P-Wert</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TENS</td><td>8.0 (1.5)</td><td>2.6 (2.9)</td><td>0.0001</td></tr> <tr> <td>KIN</td><td>6.9 (1.9)</td><td>2.3 (2.7)</td><td>0.0001</td></tr> <tr> <td>US</td><td>6.6 (3.0)</td><td>4.5 (3.7)</td><td>0.009</td></tr> </tbody> </table> Linkes Knie <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Vorher</th><th>Nachher</th><th>P-Wert</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TENS</td><td>5.6 (2.7)</td><td>2.3 (2.5)</td><td>0.004</td></tr> <tr> <td>KIN</td><td>7.0 (2.1)</td><td>2.4 (2.8)</td><td>0.0008</td></tr> <tr> <td>US</td><td>7.3 (2.3)</td><td>3.8 (3.1)</td><td>0.054</td></tr> </tbody> </table> - Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen vor der Behandlung beim linken & rechten Knie. - Signifikante Verbesserung bezüglich Schmerzen in allen experimentellen Gruppen bei beiden Knien – ausser bei der US-Gruppe beim linken Knie. - Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bei beiden Knien nach der Behandlung. - Der WOMAC war bei allen Gruppen signifikant besser, jedoch waren Verbesserungen bei US weniger ausgeprägt als bei KIN & TENS ( $p<0.05$ ). <b>Bewegung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TENS signifikante Verbesserung der Extension beider Knie, jedoch keine Verbesserung der Flexion</li> <li>- KIN signifikante Verbesserung der Extension beider Knie, jedoch nicht bei Flexion</li> <li>- US keine signifikante Verbesserung der Extension und Flexion beider Knie</li> </ul> <b>Funktion:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen</li> <li>- Keine signifikante Verbesserung bei TENS</li> <li>- KIN &amp; US signifikante Verbesserung</li> </ul>		Vorher	Nachher	P-Wert	TENS	8.0 (1.5)	2.6 (2.9)	0.0001	KIN	6.9 (1.9)	2.3 (2.7)	0.0001	US	6.6 (3.0)	4.5 (3.7)	0.009		Vorher	Nachher	P-Wert	TENS	5.6 (2.7)	2.3 (2.5)	0.004	KIN	7.0 (2.1)	2.4 (2.8)	0.0008	US	7.3 (2.3)	3.8 (3.1)	0.054	<b>Diskussion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TENS, US &amp; KIN haben einen positiven Effekt auf die Schmerzen bei Patienten bei Gonarthrose. Jedoch gibt es keinen Unterschied zwischen den Gruppen.</li> <li>- 6-Minuten Gehstest ist ein exzellentes Werkzeug um den Effekt der Therapie von funktionellen Übungen zu evaluieren (KIN &amp; US verbessern Leistungsfähigkeit).</li> <li>- Stichprobe war homogen (nur Frauen mit bilateraler Gonarthrose).</li> <li>- Diese Studie ist nicht die erste welche den positiven Effekt von nichtpharmakologischen Interventionen im Management von Gonarthrose aufzeigt.</li> <li>- Schmerzreduktion durch TENS kann durch Zeit und Frequenz beeinflusst werden.</li> <li>- US belegt bereits eine signifikante Verbesserung der Schmerzen und Funktionsfähigkeit.</li> <li>- In der Studie wurden die Outcomes nur bei Prä- &amp; Posttests untersucht, also waren die Autoren nicht fähig die Ergebnisse über der Zeit zu definieren.</li> <li>- Die Evaluation bezüglich Sauerstoff-, Funktion- &amp; Aerobicparameter könnten weitere Informationen liefern.</li> </ul> <b>Schlussfolgerung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diese Studie ist ein weiterer Beweis um signifikante Fortschritte im Gebrauch von TENS, US &amp; KIN zu erreichen.</li> </ul> <b>Evidenzgrad nach Rosswurm &amp; Larrabee:</b> I.b.
	Vorher	Nachher	P-Wert																																
TENS	8.0 (1.5)	2.6 (2.9)	0.0001																																
KIN	6.9 (1.9)	2.3 (2.7)	0.0001																																
US	6.6 (3.0)	4.5 (3.7)	0.009																																
	Vorher	Nachher	P-Wert																																
TENS	5.6 (2.7)	2.3 (2.5)	0.004																																
KIN	7.0 (2.1)	2.4 (2.8)	0.0008																																
US	7.3 (2.3)	3.8 (3.1)	0.054																																

Vance et al. (2012). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, pain Sensitivity, and function in People with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. <i>Physical therapy</i> , 92(7), 898–910.			
Design, Fragestellung/Ziel/Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung, verdeckte Zuteilung, Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome, Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion, Schlussfolgerungen, Evidenzgrad
<b>Design</b> Randomisierte, kontrollierte doppelverblindete klinische Studie <b>Fragestellung/Ziel/Hypothese</b> <u>Ziel:</u> Effekt von hochfrequenter TENS (HF-TENS) & niederfrequenter TENS (LF-TENS) auf Gonarthroseschmerzen zu bestimmen und festzustellen welche Messinstrumente für zukünftige Studien wirksam sind. <u>Hypothese:</u> HF-TENS & LF-TENS können Schmerzen bei Bewegungen reduzieren, nicht aber Schmerzen in Ruhe. Keine Verbesserung der Funktion. <b>Setting</b> Tertiärversorgungsklinik, USA <b>Stichprobenbildung</b> 311 Teilnehmer wurden anhand von Flyern & aktivem Screening rekrutiert. Nach Rekrutierung wurden 236 Teilnehmer ausgeschlossen. 75 Teilnehmer wurden eingeschlossen. <u>Einschlusskriterien</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediale Kniegelenksarthrose</li> <li>- 18 – 95 Jahre alt</li> <li>- Fähig sein zum Briefkasten und zurück zu laufen</li> <li>- Stabiler Medikamentenplan 3 Wochen vor Testung</li> <li>- Schmerzen &gt; 3 in Ruhe und &gt;10 bei Gewichtsbelastung</li> </ul> <u>Ausschlusskriterien</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laterale Kniegelenksarthrose</li> <li>- Schmerzen &lt; 3 von 10</li> <li>- Unkontrollierter Diabetes mellitus, Hypertonie</li> <li>- Demenz oder kognitive Einschränkungen</li> <li>- Neurologische Störungen, permanente Sensibilitätsstörungen der unteren Extremitäten</li> <li>- Frühere TENS Anwendung</li> <li>- Knie Operation in den letzten 6 Monaten</li> <li>- Knieinfiltrationen in den letzten 4 Wochen</li> </ul> <b>Randomisierung/verdeckte Zuteilung/Verblindung</b> Verdecktes Zuteilungsprotokoll mit fortlaufenden Nummern, undurchsichtigen und verschlossenen Couverts. Die zugewiesenen Couverts wurden in einem separaten Ort, nicht zugänglich für die Datensammler aufbewahrt. TN und Untersucher wurden verblindet. <b>Ethik</b> TN unterzeichneten informierte Zustimmung	<b>Intervention</b> <u>Jede Gruppe</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 Stunden vor Applikation keine Medikamente einnehmen</li> <li>- Gerät: 2-phasige Wellenform</li> <li>- Impulsbreite: 100 Mikrosekunden &amp; Intensität: 10% unter Schmerzschwelle</li> <li>- Behandlungsdauer: 20 Minuten</li> <li>- Selbstklebende Elektroden (5x5cm) – 2 oberhalb &amp; 2 unterhalb Knie</li> </ul> <b>HF-TENS (n= 25)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frequenz 100 Hertz (Hz)</li> </ul> <b>LF-TENS (n=25)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frequenz 4Hz</li> </ul> <b>Placebo TENS (n=25)</b> Gleiche Applikation wie aktive TENS. Strom für 30 Sekunden & dann keine Impulse mehr <b>Outcome/Messinstrumente</b> <u>Subjektive Schmerzintensität:</u> Visuelle Analogskala (VAS) in Ruhe/Bewegung & während Hitzeapplikation <u>Schmerzempfindlichkeit:</u> diverse sensorische Tests an 6 Stellen <u>Mechanische Hautschmerzschwelle(CMPT):</u> 20 dünne Filamente <u>Druckschmerzschwelle (PPT):</u> Mittels Handdruckalgometer auf schmerzhaftes Gefühl aufmerksam machen <u>Hitzeschmerzschwelle (HPT):</u> Mittels Sonde Temperatur von 37°-52°C (1C/s) erhöht – bis TN Schmerz fühlt <u>Zeitliche Wärme Summation (HTS):</u> Wärmestimulierende Lotion (45.5°C) für 20 Sekunden. Nach 5 Sek TN geben alle 5 Sek. (während 15 Sek) Schmerz an <u>Timed-up &amp; go Test (TUGT):</u> von Stuhl ohne Arme aufstehen, 3m Laufen, umdrehen, zurücklaufen & auf Stuhl sitzen <b>Datensammlung</b> Nach Ausfüllen eines demografischen Fragebogens, Grösse und Gewicht wurde der Schmerz vor und nach TENS-Therapie mittels VAS, CMPT, PPT, HPT, HTS und TUGT eingeschätzt. <b>Datenanalyse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signifikanzniveau: 5%</li> <li>- Poweranalyse 80% = 25 TN/Gruppe</li> </ul>	- Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demografischen Daten ausser beim BMI und HPT. - Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich TN welche Medikamente einnahmen. - Ruheschmerz konnte in allen 3 Gruppen signifikant gesenkt werden (p=0.001 – HF-TENS, p=0.01 – LF-TENS und p=0.0001 – Placebo-TENS). Es gab keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Gruppen. - Schmerz während TUGT konnte in allen 3 Gruppen signifikant gesenkt werden (p=0.001 – HF-TENS, p=0.03 – LF-TENS und p=0.001 – Placebo-TENS). - Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. - HF-TENS verbessert PPT auf betroffener Knieseite (p=0.002) und über dem Tibialis-muskel anterior (p=0.0001) der betroffenen Knieseite. - LF-TENS verbessert PPT nur beim Knie auf gleicher Körperseite (p=0.05). - Placebo-TENS hat keinen signifikanten Einfluss auf PPT. - Durch Vergleiche konnte ein signifikanter Unterschied zwischen HF-TENS und Placebo-TENS bei PPT festgestellt werden (p=0.026). - Keine signifikanten Veränderungen zwischen den Gruppen bei HPT, CMPT und HTS. - Die Zeit welche für TUGT gebraucht wurde, konnte nicht signifikant verbessert werden. Es gab keine Unterschiede zwischen den Gruppen.	<b>Diskussion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Signifikante Verbesserung in PPT am Kniegelenk bei HF- und LF-TENS, aber keine signifikante Verbesserung bei Placebo TENS.</li> <li>- subjektive Schmerzintensität in Ruhe und Bewegung konnte bei allen 3 Gruppen gesenkt werden.</li> <li>- Keine Unterschiede wurden bei CMPT, HPT, HTS oder der Funktion beobachtet. Gründe hierfür: kutane Stimuli und keine Sensibilisierung für Knieosteoarthritis.</li> </ul> <b>Limitationen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Studie testet nur eine einzige Behandlung</li> <li>- Zukünftige Studien sollten den Effekt von repetitiven aktiven TENS und Placebo-TENS mit Verblindung untersuchen.</li> </ul> <b>Schlussfolgerung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einzelbehandlung von TENS hat minimale Effekte auf Schmerz und Funktion.</li> <li>- Erste Studie welche Effekte von TENS auf Hyperalgesie misst.</li> <li>- TENS hat minimale Effekte bei kutanem Hitzeschmerz aber ist effektiver bei Untergewebeschmerz.</li> <li>- Keine signifikante Veränderung in HPT durch TENS bei TN, aber signifikante Reduktionen in PPT und zeitlicher Summation bei mechanischer Muskelstimulation.</li> <li>- Vorangegangene Studien zeigen, dass Koffein die Schmerzintensität senken kann.</li> <li>- Opiode beeinflussen Resultate.</li> <li>- Opiode reduzieren Schmerzintensität bei LF-TENS aber nicht bei HF-TENS.</li> <li>- Dass die Stimulation nicht kontinuierlich gemessen wird, ist eine weitere Variable die das Resultat beeinflussen kann.</li> <li>- LF-TENS ist nicht effektiv, da eine tiefere Pulsbreite und Intensität gebraucht wird.</li> </ul> <b>Evidenzgrad nach Rosswurm &amp; Larrabee:</b> I.b.

Adedoyin et al. (2005). Transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential current combined with exercise for the treatment of knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. <i>Hong Kong Physiotherapy Journal</i> , 23, 12–18.			
Design, Fragestellung/Ziel/Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung, verdeckte Zuteilung, Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome, Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion, Schlussfolgerungen, Evidenzgrad
<b>Design</b> Randomisierte kontrollierte Studie <b>Fragestellung/Ziel/Hypothese</b> Ziel: Überprüfung der Wirksamkeit von Interferenzstromverfahren (IFC) und transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) in Kombination mit Übungen auf Schmerzreduktion und Bewegungsförderung bei Patienten mit Kniearthrose. <b>Setting</b> Physiotherapie, Nigeria <b>Stichprobenbildung</b> 51 Teilnehmern (TN) wurden durch einen Orthopäden einer Physiotherapie rekrutiert. <b>Einschlusskriterien</b> - Unilaterale Osteoarthritis Knie radiologisch bestätigt - Keine Erfahrung mit TENS oder IFC <b>Ausschlusskriterien</b> - Kardiologische Erkrankung - Akute Entzündungen - Krebserkrankung - Tragen eines Pacemakers - Schwangerschaft <b>Randomisierung/verdeckte Zuteilung/Verblindung</b> - Randomisierte Zuordnung in 3 Gruppen - Physiotherapeut, welcher Daten erfasste, war hinsichtlich Therapien verblindet <b>Ethik</b> Informierte Zustimmung von TN und Genehmigung von Ethikkommission der Universität	<b>Intervention</b> <u>Alle TN:</u> - Keine Medikamente - Standardisierte Übungen (Velofahren, Gewichte heben mit Beinen) - Studiendauer: 4 Wochen, Behandlungen 2x wöchentlich (Total 8 Behandlungen) - Keine Übungen für zuhause <u>TENS + Übungs-Gruppe (n=15)</u> - Behandlungsdauer: 20 Minuten - 2 Elektroden (8x6cm), in Längsrichtung, auf beiden Seiten des Kniegelenks - Stimulationsfrequenz: 80 Herz (Hz) - Impulsbreite: 200 Mikrosekunden - Intensität nach subjektivem Empfinden der TN <u>IFC + Übungs-Gruppe (n=19)</u> - Behandlungsdauer: 20 Minuten - 2 Elektroden (8x6cm) in Längsrichtung, auf beiden Seiten des Kniegelenks befestigt mit Klettverschlüssen - Stimulationsfrequenz: 80Hz - Behandlung immer 9.00 - 11.00 Uhr (mindestens 24Stunden Abstand zwischen Behandlungen) <u>Übungs-Gruppe (n=17)</u> - Behandlungsdauer: 20 Minuten - Nur Übungen <b>Outcome/Messinstrumente</b> Schmerz: Visuelle Analogskala (VAS) & Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) Funktionsfähigkeit: WOMAC <b>Datensammlung</b> Einschätzung von Schmerzen mit VAS nach jeder Behandlung Einschätzung WOMAC immer beim Treffen am Ende der Woche Einschätzung WOMAC Funktionsfähigkeit immer beim Treffen am Ende jeder Woche <b>Datenanalyse</b> - Signifikanzniveau $\alpha=5\%$ - verschiedene statistische Tests - Poweranalyse: 95% (13 TN/Gruppe)	- Zu Beginn signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich klinischen & demografischen Daten. - Es gab 5 Ausfälle (2 TN haben die Studie abgebrochen & 3 die Treffen wegen Transportproblemen verpasst).  <u>Schmerzen VAS:</u> Signifikante Schmerzlinderung nach Behandlung in Übungs-Gruppe ( $P<0.001$ ), jedoch nicht in TENS- oder IFC-Gruppe ( $p=0.813$ ).  <u>Schmerzen WOMAC:</u> Signifikante Schmerzlinderung nach Behandlungsdauer in allen Gruppen ( $p<0.001$ ). Zwischen den Gruppen keinen signifikanten Unterschied ( $p=0.241$ ).  <u>Funktionsfähigkeit WOMAC:</u> Funktionsfähigkeit wurde in allen Gruppen nach Behandlungsdauer signifikant verbessert.	<b>Diskussion</b> - Signifikante Schmerzreduktion in TENS-, IFC- und Übungs-Gruppe mit einer Behandlungsdauer von 4 Wochen. - Bei zusätzlicher Anwendung von TENS- und IFC zu Übungen keine grössere Schmerzlinderung. - Weitere Studien beschreiben Wirksamkeit von IFC auf Kniearthrose als nicht signifikant. - Wirksamkeit von TENS auf Kniearthrose wird in der wissenschaftlichen Literatur kontrovers diskutiert. - Wirksamkeit von Übungen auf Kniearthrose wird in den Studien als signifikant beschrieben, unklar ist jedoch welche Übungen am besten wirken. - Obwohl Übungen gleichen Effekt wie Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR) aufweisen, sind Übungen sicherer und verbessern zusätzlich die Funktion. - Ergebnisse der Studien sollen mit Vorsicht betrachtet werden, Muskelstärke wurde in Studie nicht berücksichtigt, Elektroden wurden bei allen gleich appliziert und nicht auf subjektives Befinden Rücksicht genommen, kein Follow-up durchgeführt.  <b>Schlussfolgerung</b> - Alle Behandlungsgruppen linderten über eine Behandlungsdauer von 4 Wochen Schmerzen signifikant. Kein zusätzlicher Effekt von TENS und IFC zu Übungen feststellbar.  <b>Evidenzgrad nach Rosswurm &amp; Larrabee:</b> I.b.



Law und Cheing (2004). Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis. <i>Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine</i> , 36(5), 220–225.																																			
Design, Fragestellung/Ziel/Hypothese, Setting, Stichprobenbildung, Randomisierung, verdeckte Zuteilung, Verblindung, Ethik	Intervention, Outcome, Messinstrumente, Datensammlung, Datenanalyse	Ergebnisse	Diskussion, Schlussfolgerungen, Evidenzgrad																																
<b>Design</b> Doppelverblindete, randomisierte, kontrollierte Studie <b>Fragestellung/Ziel/Hypothese</b> <u>Ziel:</u> Optimale Stimulationsfrequenz von transkutaner elektrischer Nervenstimulation (TENS) überprüfen, um eine Schmerzlinderung für Patienten mit Gonarthrose zu erreichen <b>Setting</b> Lokales Pflegeheim, China <b>Stichprobenbildung</b> Rekrutierung von 36 TN eines Pflegeheimes mit Diagnose Gonarthrose. <u>Einschlusskriterien</u> - Röntgenbild zeigt mindestens 2 Grad einer Gonarthrose - Kompetent sein um visuelle Analogskala (VAS) anzuwenden - Kniebeschmerzen sind vorhanden durch Gonarthrose <u>Ausschlusskriterien</u> - Knieoperationen - Intraartikuläre Kortikosteroid-Injektionen innerhalb letzten 4 Wochen - Chronische Erkrankungen, Komorbiditäten - Patienten mit Herzschrittmacher - TENS Behandlung 1 Monat vor Beginn der Studie <b>Randomisierung/verdeckte Zuteilung/Verblindung</b> Mittels Losentscheidung wurde die Randomisierung mittels verdeckter Zuteilung in 4 Gruppen vorgenommen. Nur die Therapeuten, welche die Behandlung verabreichten kannten die Gruppenzuteilung. Die Teilnehmer (TN) und die Gutachter wurden verblindet.	<b>Intervention</b> <u>Alle:</u> - 5 Tage/Woche während 2 Wochen - Behandlung: 40 Minuten - 4 Gummielektroden (4.5x3.8 cm) bei Akupunkturpunkten - Akupunkturpunkte: ST35, LE4, SP9 und GB34 - Stromintensität: Angepasst auf jeden TN, zwischen 25-35 mA und von kribbeln bis mildes zucken <b>TENS<sub>100</sub> (n=12)</b> - Stimulationsfrequenz: 100 Hertz (Hz) - Impulsdauer: 200 Mikrosekunden (µs) <b>TENS<sub>2</sub> (n=13)</b> - Stimulationsfrequenz: 2Hz - Impulsdauer: 576µs <b>TENS<sub>2/100</sub> (n=13)</b> - Stimulationsfrequenz: 2Hz für 3 Sekunden mit 576 µs Impulsdauer, gefolgt von 100Hz für 2.5 Sekunden mit 200µs Impulsdauer <b>TENS<sub>PLACEBO</sub> (n=10)</b> - Aussehen ist identisch wie aktiven TENS, jedoch wurde die Schaltung der Maschine getrennt und kein elektrischer Impuls wurde abgegeben. Beim Anstellen leuchtet ein Anzeigelicht. <b>Outcome/Messinstrumente</b> Schmerzintensität: VAS Funktion: Timed-up & go Test (TUGT) Bewegung: 180° Goniometer <b>Datensammlung</b> - VAS wurde vor, während (nach 20 Minuten) und nach (nach 40, 60 und 100 Minuten) der Behandlung ausgewertet - TUGT wurde in Sekunden aufgezeichnet - Goniometer: Messung der maximalen Kniebewegung während der Passivbewegung <b>Datenanalyse</b> - Für die statistische Analyse wurde das Programm SPSS Version 11 verwendet - ANOVA wurde angewendet um die VAS, die Bewegung und den TUGT auszuwerten - Signifikanzniveau: α= 5%	- Es gab keinen signifikanten Unterschied innerhalb der Gruppen bezüglich demografischen Daten. - 2 Austritte wurden während der Studie verbucht. <u>Schmerzen</u> - In der ersten Behandlungsphase wurde die VAS bei allen Behandlungsgruppen signifikant reduziert (p=0.000), auch beim post-hoc Test 20 Minuten nach Stimulation (p=0.000). - TENS <sub>100</sub> weist die grösste Schmerzlinderung auf (p=0.003), gefolgt von TENS <sub>2/100</sub> (p=0.005) und die TENS <sub>2</sub> Gruppe (p=0.042). - Bei der Placebogruppe wurde eine Reduktion der VAS festgestellt, jedoch nicht signifikant (p=0.926). Am ersten Tag war die VAS bei TENS <sub>100</sub> und TENS <sub>2/100</sub> tiefer als bei TENS <sub>2</sub> und TENS <sub>PL</sub> , aber es gab keine signifikanten Gruppenunterschiede (p=0.117).  Mean (SD) der VAS-Werte in % <table border="1"> <thead> <tr> <th>Gruppe</th><th>1.Tag</th><th>5.Tag</th><th>10.Tag</th><th>Follow-up</th><th>p-Wert</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TENS<sub>100</sub></td><td>100 (0)</td><td>30.7 (33.1)</td><td>15.6 (17.5)</td><td>28.9 (27.3)</td><td>0.000</td></tr> <tr> <td>TENS<sub>2</sub></td><td>100 (0)</td><td>40.6 (40.7)</td><td>30.4 (32.2)</td><td>13.4 (13.8)</td><td>0.000</td></tr> <tr> <td>TENS<sub>2/100</sub></td><td>100 (0)</td><td>6.7 (17.1)</td><td>18.1 (21.4)</td><td>23.5 (27.3)</td><td>0.000</td></tr> <tr> <td>TENS<sub>PL</sub></td><td>100 (0)</td><td>77.4 (59.4)</td><td>89.4 (70.7)</td><td>95.6 (99.9)</td><td>0.366</td></tr> </tbody> </table> - Die aktiv TENS zeigten nach dem 10. Tag (p=0.000) und nach Follow-up (p=0.002) eine signifikante Schmerzlinderung. - TENS <sub>PL</sub> konnte nicht signifikant verbessert werden (p=0.366). - Kein signifikanter Unterschied zwischen den 3 aktiv TENS Gruppen konnte festgestellt werden. <u>Bewegung</u> - In den Gruppen TENS <sub>2</sub> , TENS <sub>100</sub> und TENS <sub>2/100</sub> war der Bewegungsbereich nach Behandlungsende bis Follow-up signifikant besser. Zwischen den Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede (p=0.119). <u>Funktion</u> - Die Funktion konnte in allen Gruppen signifikant verbessert werden (p=0.000). Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.	Gruppe	1.Tag	5.Tag	10.Tag	Follow-up	p-Wert	TENS <sub>100</sub>	100 (0)	30.7 (33.1)	15.6 (17.5)	28.9 (27.3)	0.000	TENS <sub>2</sub>	100 (0)	40.6 (40.7)	30.4 (32.2)	13.4 (13.8)	0.000	TENS <sub>2/100</sub>	100 (0)	6.7 (17.1)	18.1 (21.4)	23.5 (27.3)	0.000	TENS <sub>PL</sub>	100 (0)	77.4 (59.4)	89.4 (70.7)	95.6 (99.9)	0.366	<b>Diskussion</b> - Ein analgetischer Effekt bei der VAS zeigte sich bei allen aktiven TENS Gruppen (TENS <sub>2</sub> , TENS <sub>100</sub> , TENS <sub>2/100</sub> ). - Schmerzlinderung bleibt bei allen aktiven Gruppen erhalten bis Follow up. - Die aktiven Gruppen erfuhren alle eine signifikante Schmerzlinderung, ohne signifikanten Unterschied innerhalb der Gruppen. - TENS mit 100Hz verbessert die Ausschüttung von Dynorphin und niederfrequente TENS die Ausschüttung von Enkephalin & Endorphin. - Theoretisch zeigt sich, dass TENS <sub>2/100</sub> zu einer vermehrten Ausschüttung von Opioiden führt, jedoch ist dies nur teilweise verantwortlich für die analgetische Wirkung durch TENS. - Studien haben gezeigt, dass Serotonin eine wichtige Rolle spielt. - Frühere Studien zeigen, dass eine Reduktion der Kniebeschmerzen und Gliedmassen zu mehr Funktionalität führen.  <b>Schlussfolgerungen</b> - Der Gesamteffekt der Stimulation in dieser Studie stimmt mit früheren Studienergebnissen überein. - Die Studie zeigt, dass 2 Wochen wiederholte Applikationen von aktiver TENS eine signifikante Schmerzlinderung bringt. Während die Placebogruppe keine Linderung feststellte. - Die Studie unterstützt die Behauptung nicht, dass die Applikation von TENS mit abwechselnden Frequenzen von 2Hz und 100Hz einen grösseren analgetischen Effekt bringt. - Nach wiederholten TENS Applikationen zeigt sich eine signifikante Verbesserung der Bewegung in allen aktiven TENS Gruppen.  <b>Evidenzgrad nach Rosswurm &amp; Larrabee</b> I.b.		
Gruppe	1.Tag	5.Tag	10.Tag	Follow-up	p-Wert																														
TENS <sub>100</sub>	100 (0)	30.7 (33.1)	15.6 (17.5)	28.9 (27.3)	0.000																														
TENS <sub>2</sub>	100 (0)	40.6 (40.7)	30.4 (32.2)	13.4 (13.8)	0.000																														
TENS <sub>2/100</sub>	100 (0)	6.7 (17.1)	18.1 (21.4)	23.5 (27.3)	0.000																														
TENS <sub>PL</sub>	100 (0)	77.4 (59.4)	89.4 (70.7)	95.6 (99.9)	0.366																														

Anhang D: Einschätzung Evidenzgrad nach Rosswurm und Larrabee (1999)

**Einteilung des Evidenzgrades nach Rosswurm und Larrabee (1999)**

Studiendesign	Grad der Evidenz
Metaanalyse randomisierter Versuche	I. a.
Ein randomisierter kontrollierter Versuch	I. b.
Eine gut konzipierte kontrollierte Studie ohne Randomisierung	II. a
Ein weiterer Typ einer gut konzipierten quasi-experimentellen Studie	II. b.
Vergleichende, Korrelationsstudie und andere deskriptive Studien	III.
Evidenz aus Berichten von Expertenkomitees und Expertenmeinungen	VI.

(zit. in LoBiondo-Wood & Haber, 2005, S. 674)

## Anhang E: Qualitätsbeurteilung der analysierten Studien



Palmer et al. (2014). Transcutaneous electrical nerve stimulation as an adjunct to education and exercise for knee osteoarthritis: a randomized, controlled trial. <i>Arthritis Care &amp; Research</i> , 66(3), 387-394.				
Fragestellung	Kriterien	Antworten	Beurteilung/Begründung	
1. Wurden die Teilnehmer (TN) adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angemessene Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Angemessene Ein- und Ausschlusskriterien, keine Zufallsstichprobe	
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: Verdeckte Zuteilung durch randomisierte Einteilung per Telefon, Internet oder blickdichtem Briefumschlag	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Die 224 TN wurden randomisiert in 3 Gruppen eingeteilt. Die nicht-durchsichtigen Couverts mit der Zuteilung wurden durch einen unabhängigen Mitarbeiter verschlossen	
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierten Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen, Blockrandomisierung, Matching oder Stratifizierung	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Die Couverts wurden 2-mal gemischt und nacheinander nummeriert	
4. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Das Follow-up war über 80% und die Ausfallsquote wurde begründet	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Follow-up: 78% Die Ausfälle wurden beschrieben	
5. Wurde die Verblindung beim Therapeuten oder den Teilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Teilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> TN und Untersucher waren verblindet	
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demografischen oder klinischen Daten	Ja/ Nein/ Unklar	<b>Ja</b> Zu Beginn gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich demografischen oder klinischen Daten zwischen den Gruppen	
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Alle TN wurden abgesehen von der Intervention gleich behandelt	
8. Wurden alle Teilnehmer in der ihnen zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe oder eine Intention-to-Treat Analyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Es kam zu einer Durchführung einer Intention-to-Treat Analyse	
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachweisen zu können?	Poweranalyse wurde erfüllt	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Poweranalyse von 90% (mindestens 67 TN pro Gruppe) wurde nicht erfüllt	
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse aus der Studie sind mit anderen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ teilweise/ Nein	<b>Ja</b> Die Ergebnisse der Studie stimmen mit vorangegangenen Studien überein und sind vergleichbar	

Atamaz et al. (2012). Comparison of the Efficacy of transcutaneous electric nerve stimulation, interferential currents, and shortwave diathermy in knee osteoarthritis: a double-blind, randomized, controlled, multicenter study. <i>Archives of physical medicine and rehabilitation</i> , 93(5), 748–756.			
Fragestellung	Kriterien	Antworten	Beurteilung/Begründung
1. Wurden die Teilnehmer (TN) adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angemessene Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Angemessene Ein- und Ausschlusskriterien, keine Zufallsstichprobe
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: Verdeckte Zuteilung durch randomisierte Einteilung per Telefon, Internet oder blickdichtem Briefumschlag	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Die Einteilung der TN in 6 Behandlungsgruppen wurde nicht näher beschrieben
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierten Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen, Blockrandomisierung, Matching oder Stratifizierung	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Randomisierte Zuteilung einer zweistelligen Zufallsnummer
4. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Das Follow-up war über 80% und die Ausfallsquote wurde begründet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Follow-up: 86,2% Die Ausfälle wurden beschrieben
5. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Teilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Teilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Alle TN, Forscher und Untersucher waren verblindet
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demografischen oder klinischen Daten	Ja/ Nein/ Unklar	<b>Ja</b> Zu Beginn gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich demografischen und klinischen Daten zwischen den Gruppen
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Alle TN wurden abgesehen von der Intervention gleich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der ihnen zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe oder eine Intention-to-Treat Analyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Intention-to-Treat Analyse wurde durchgeführt
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachweisen zu können?	Poweranalyse wurde erfüllt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Poweranalyse von 80% (mindestens 28 TN pro Gruppe) wurde nicht erfüllt
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse aus der Studie sind mit anderen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ teilweise/ Nein	<b>Nein</b> Von vorangegangenen Studien wurden in der aktuellen Studie die Mängel beschrieben, jedoch nicht die Ergebnisse

Mascarin et al. (2012). Effects of kinesiotherapie, ultrasound and electrotherapy in management of bilateral knee osteoarthritis: prospective clinical trial. <i>BiomedCentralMedicine: Musculoskeletal disorders</i> , 13, 182.			
Fragestellung	Kriterien	Antworten	Beurteilung/Begründung
1. Wurden die Teilnehmer (TN) adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angemessene Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Angemessene Ein- und Ausschlusskriterien, keine Zufallsstichprobe
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: Verdeckte Zuteilung durch randomisierte Einteilung per Telefon, Internet oder blickdichtem Briefumschlag	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Die randomisierte Einteilung der einzelnen TN in die Gruppen wurde nicht näher beschrieben
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierten Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen, Blockrandomisierung, Matching oder Stratifizierung	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Zuteilung wurde nicht näher beschrieben
4. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Das Follow-up war über 80% und die Ausfallsquote wurde begründet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Follow-up: 100% Es gab keine Ausfälle, alle TN haben die Studie beendet
5. Wurde die Verblindung beim Therapeuten oder den Teilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Teilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Datenermittler war bei Datensammlung verblindet
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demografischen oder klinischen Daten	Ja/ Nein/ Unklar	<b>Ja</b> Es gab keinen signifikanten Unterschied innerhalb der Gruppen bezüglich demografischen und klinischen Daten
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Alle TN wurden abgesehen von der Intervention gleich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der ihnen zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe oder eine Intention-to-Treat Analyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Es gab keinen Wechsel der TN in eine andere Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachweisen zu können?	Poweranalyse wurde erfüllt	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Es wurde keine Poweranalyse durchgeführt
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse aus der Studie sind mit anderen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ teilweise/ Nein	<b>Teilweise</b> Die Ergebnisse von vorangegangenen Studien können mit den aktuellen Ergebnissen verglichen werden. Da aber auch Studien mit keiner signifikanten Verbesserung erfasst werden wird dieses Kriterium nur teilweise erfüllt

Vance et al. (2012). Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain, pain Sensitivity, and function in People with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. <i>Physical therapy</i> , 92(7), 898–910.			
Fragestellung	Kriterien	Antworten	Beurteilung/Begründung
1. Wurden die Teilnehmer (TN) adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angemessene Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Angemessene Ein- und Ausschlusskriterien, keine Zufallsstichprobe
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: Verdeckte Zuteilung durch randomisierte Einteilung per Telefon, Internet oder blickdichtem Briefumschlag	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Verdecktes Zuteilungsprotokoll mit fortlaufenden Nummern, undurchsichtigen und verschlossenen Couverts
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierten Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen, Blockrandomisierung, Matching oder Stratifizierung	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Blockrandomisierte Zuteilung
4. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Das Follow-up war über 80% und die Ausfallsquote wurde begründet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Follow-up: 100% Es gab keine Ausfälle, alle TN haben die Studie beendet
5. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Teilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Teilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> TN und Untersucher wurden verblindet
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demografischen oder klinischen Daten	Ja/ Nein/ Unklar	<b>Nein</b> Bei den klinischen Daten und beim BMI gab es signifikante Unterschiede innerhalb der Gruppen
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Alle TN wurden abgesehen von der Intervention gleich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der ihnen zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe oder eine Intention-to-Treat Analyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Es gab keinen Wechsel der TN in eine andere Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachweisen zu können?	Poweranalyse wurde erfüllt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Poweranalyse von 80% (mindestens 25 TN pro Gruppe) wurde erfüllt
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse aus der Studie sind mit anderen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ teilweise/ Nein	<b>Teilweise</b> Nur die Ergebnisse der hochfrequenten TENS sind mit vorangegangenen Ergebnissen vergleichbar

Adedoyin et al. (2005). Transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential current combined with exercise for the treatment of knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. <i>Hong Kong Physiotherapy Journal</i> , 23, 12–18.			
Fragestellung	Kriterien	Antworten	Beurteilung/Begründung
1. Wurden die Teilnehmer (TN) adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angemessene Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Angemessene Ein- und Ausschlusskriterien, keine Zufallsstichprobe
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: Verdeckte Zuteilung durch randomisierte Einteilung per Telefon, Internet oder blickdichtem Briefumschlag	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Die Zuteilung der TN in Gruppen wurde nicht näher beschrieben
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierten Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen, Blockrandomisierung, Matching oder Stratifizierung	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Zuteilung zu den Interventionen wurde nicht näher beschrieben
4. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Das Follow-up war über 80% und die Ausfallsquote wurde begründet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Follow-up: 89,1% Die Ausfälle wurden beschrieben
5. Wurde die Verblindung beim Therapeut oder den Teilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Teilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Physiotherapeut, welcher Datensammlung durchführte, war verblindet
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demografischen oder klinischen Daten	Ja/ Nein/ Unklar	<b>Nein</b> Die Übungs-Gruppe unterscheidet sich signifikant von der TENS und IFC-Gruppe bezüglich der Geschlechterverteilung.
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Alle TN wurden abgesehen von der Intervention gleich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der ihnen zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe oder eine Intention-to-Treat Analyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Es gab keinen Wechsel der TN in eine andere Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachweisen zu können?	Poweranalyse wurde erfüllt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Poweranalyse von 95% (mindestens 13 TN pro Gruppe) wurde erfüllt
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse aus der Studie sind mit anderen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ teilweise/ Nein	<b>Teilweise</b> Resultate von IFC & Übungs-Gruppe sind mit früheren Ergebnissen vergleichbar, die der TENS nicht

Law und Cheing (2004). Optimal stimulation frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation on people with knee osteoarthritis. <i>Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine</i> , 36(5), 220–225.			
Fragestellung	Kriterien	Antworten	Beurteilung/Begründung
1. Wurden die Teilnehmer (TN) adäquat rekrutiert?	Adäquat: Zufallsstichprobe oder angemessene Ein- und Ausschlusskriterien	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Angemessene Ein- und Ausschlusskriterien, keine Zufallsstichprobe
2. War die Einteilung der Teilnehmer in die Untersuchungsgruppe adäquat?	Adäquat: Verdeckte Zuteilung durch randomisierte Einteilung per Telefon, Internet oder blickdichtem Briefumschlag	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Randomisierte, verdeckte Zuteilung durch Losentscheidung in blickdichten Umschlägen
3. Wurde eine adäquate Randomisierung durchgeführt?	Adäquat: Zuteilung durch Zufallsfolge mittels computergenerierten Zufallszahlen oder Zufallszahlentabellen, Blockrandomisierung, Matching oder Stratifizierung	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Zuteilung wurde nicht näher beschrieben
4. Haben mindestens 80% der Teilnehmer, die am Anfang an der Studie teilgenommen haben, die Studie am Ende abgeschlossen und wurde die Ausfallsquote begründet?	Das Follow-up war über 80% und die Ausfallsquote wurde begründet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Follow-up: 94.4% Die Ausfälle wurden beschrieben
5. Wurde die Verblindung beim Therapeuten oder den Teilnehmern oder den Untersuchern durchgeführt?	Therapeut oder Teilnehmer oder Untersucher waren verblindet	Ja/ Nein	<b>Ja</b> TN und Untersucher waren verblindet
6. Waren zu Beginn der Studie die Untersuchungsgruppen ähnlich?	Bei Studienbeginn gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich demografischen oder klinischen Daten	Ja/ Nein/ Unklar	<b>Ja</b> Es gab keinen signifikanten Unterschied innerhalb der Gruppen bezüglich demografischen und klinischen Daten
7. Wurden die Untersuchungsgruppen – abgesehen von der Intervention – gleich behandelt?	Alle wurden gleich behandelt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Alle TN wurden abgesehen von der Intervention gleich behandelt
8. Wurden alle Teilnehmer in der ihnen zu Beginn der Studie zugeteilten Gruppe bewertet?	Kein Teilnehmer wechselte die Gruppe oder eine Intention-to-Treat Analyse wurde durchgeführt	Ja/ Nein	<b>Ja</b> Es gab keinen Wechsel der TN in eine andere Gruppe
9. War die Grösse der Stichprobe ausreichend gewählt, um einen Effekt nachweisen zu können?	Poweranalyse wurde erfüllt	Ja/ Nein	<b>Nein</b> Es wurde keine Poweranalyse durchgeführt
10. Stehen die Ergebnisse im Einklang mit anderen Untersuchungen auf diesem Gebiet?	Ergebnisse aus der Studie sind mit anderen Ergebnissen vergleichbar	Ja/ teilweise/ Nein	<b>Ja</b> Die Ergebnisse der vorliegenden Studie entsprechen früheren Ergebnissen und sind vergleichbar

## Anhang F: Erklärung

## **Erklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne andere als die angegebene fremde Hilfe verfasst habe. Es wurden ausschliesslich Quellen und Hilfsmittel verwendet, auf die in der Arbeit verwiesen werden. Zitate, Abbildungen und Grafiken, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet.

Weiterhin erkläre ich, dass weder ich noch Dritte die vorliegende Arbeit an anderen Hochschulen eingereicht haben.

Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift